



Ana Patrícia da Silva Cunha Martins

Licenciada

**Análise de Pressupostos para Definição
de um Modelo Interno
no Âmbito da Solvência II**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Matemática e Aplicações

Orientador: Prof. Doutor Pedro Alexandre da Rosa Corte
Real, Professor Auxiliar, FCT - UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Manuel Leote Tavares Inglês Esquível
Vogais: Prof. Doutor Pedro Alexandre da Rosa Corte Real
Prof. Doutor Rui Manuel Rodrigues Cardoso



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Dezembro de 2009

“Copyright” em nome de Ana Patrícia da Silva Cunha Martins, da FCT/UNL e da UNL.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio de conhecido que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos:

Meu especial agradecimento ao meu orientador, Prof. Pedro Corte Real, sem a sua perseverança e confiança não teria sido possível a elaboração deste trabalho. O Meu Muito Obrigado.

Ao Frederico pela sua incansável ajuda e paciência na resolução dos “stress” no *Latex*. Mais uma vez obrigada.

Aos meus pais, agradeço a paciência e o apoio que me tem dado ao longo destes anos.

Resumo:

Pretendeu-se com este trabalho definir um Modelo Interno para produtos específicos do Ramo Vida no âmbito do Projecto Solvência II, abordando os seguintes tópicos:

- Enquadramento histórico: neste foram referenciadas as principais directrizes do Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (CEI-OPS);
- Efectuou-se uma análise mais detalhada dos vários conceitos emergentes e metodologias sugeridas no QIS3 e melhorias apresentadas no QIS4;
- Proposta de um Modelo Interno: de modo a qualificar e a quantificar os Riscos que possam existir num (em) determinado(s) produto(s) característico(s) do Ramo Vida. Em particular, procurou-se um modelo que se ajuste aos seguintes riscos inerentes ao segmento:
 - de Risco, por exemplo, o produto de credito de habitação;
 - de Capitalização com Participação de Resultados, por exemplo, o produto de grupo a longo prazo a uma taxa constante.
- Construção dos modelos estudados.

Palavras chave: Solvência II, PFS, QIS1, QIS2, QIS3, QIS4, Modelo Interno.

Abstract:

The main objective of this work, was to define an Internal Model for the Life Products, in the scope of Solvency project. The principal Lines of work were:

- The historical context: this was referred to the main guidelines of the Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (CEIOPS);
- It was made a more detailed analysis of several emerging concepts and methods suggested in QIS3 and improvements made in QIS4;
- A proposal of an Internal Model: to qualify and quantify the risks that may exist in a particular product characteristic of the Life Products. In particular, find a Model that fits to the inherent risks of this segment:
 - The Risk, for example, credit for housing
 - The Capitalization of participation with the results, for example, products with a constant rate at the long term.
- Construction of the models studied.

Key Words: Solvency II, PFS, QIS1, QIS2, QIS3, QIS4, Internal Models.

Conteúdo

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Introdução | 1 |
| 2 | O Projecto Solvência II | 3 |
| 3 | Principais Requisitos Quantitativos | 9 |
| 3.1 | Capital Disponível | 10 |
| 3.1.1 | Activos | 10 |
| 3.1.2 | Provisões Técnicas | 11 |
| 3.2 | Capital Exigível | 13 |
| 3.2.1 | Solvency Capital Requirement - SCR | 13 |
| 3.2.2 | Minimum Capital Requirement - MCR | 15 |
| 4 | Breve Caracterização dos Principais Riscos do Ramo Vida | 17 |
| 5 | Medidas de Risco | 21 |
| 5.1 | Principais Definições e Axiomas | 21 |
| 5.2 | Breve abordagem: Value at Risk e Tail Value at Risk | 22 |
| 6 | Estudos de Impacto Quantitativo | 27 |
| 6.1 | Modelos Internos | 27 |
| 6.2 | QIS: Fórmula Standard | 29 |
| 6.2.1 | Preparatory Field Study | 29 |
| 6.2.2 | QIS1 | 30 |
| 6.2.3 | QIS2 | 30 |
| 6.2.4 | QIS3 | 32 |
| 6.2.5 | QIS4 | 35 |
| 7 | Casos Práticos | 39 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 7.1 | Caracterização dos Produtos Ramo Vida em Estudo | 39 |
| 7.2 | Seguro de Capitalização Sem Participação nos Resultados | 45 |
| 7.2.1 | Análise Estatística | 45 |
| 7.2.2 | QIS4 | 54 |
| 7.3 | Seguro de Capitalização Com Participação nos Resultados | 58 |
| 7.3.1 | Análise Estatística | 58 |
| 7.3.2 | QIS4 | 62 |
| 7.4 | Seguro de Risco Sem Participação nos Resultados | 65 |
| 7.4.1 | Análise Estatística | 65 |
| 7.4.2 | QIS4 | 66 |
| 8 | Considerações Finais | 75 |
| 9 | Anexos | 81 |
| 9.1 | Seguro de Capitalização Sem Participação nos Resultados | 81 |
| 9.1.1 | Análise Estatística: Figuras e Tabelas | 81 |
| 9.1.2 | QIS4: Tabelas | 89 |
| 9.2 | Seguro de Capitalização Com Participação nos Resultados | 93 |
| 9.2.1 | Análise Estatística: Figuras e Tabelas | 93 |
| 9.3 | Qis4: Matrizes de Correlação Standard | 101 |
| 9.4 | Software R | 102 |
| 9.5 | Glossário | 111 |

Lista de Tabelas

| | | |
|------|--|----|
| 6.1 | Matriz de Correlação entre os Riscos de primeira ordem definida no QIS3. | 34 |
| 6.2 | Matriz de correlação entre os riscos de primeira ordem definida no QIS4. | 37 |
| 7.1 | Ficha de Produtos | 40 |
| 7.2 | Seguro de Capitalização SPR: Tabela resumo dos Coeficientes de Correlação em %. | 49 |
| 7.3 | Seguro de Capitalização SPR: Provisões Técnicas. | 55 |
| 7.4 | Seguro de Capitalização SPR: Risco de Mercado | 55 |
| 7.5 | Seguro de Capitalização SPR: Risco de Vida | 56 |
| 7.6 | Seguro de Capitalização SPR: Tabela Resumo SCR. | 57 |
| 7.7 | Seguro de Capitalização CPR: Provisões Técnicas. | 62 |
| 7.8 | Seguro de Capitalização CPR: Risco de Mercado | 63 |
| 7.9 | Seguro de Capitalização CPR: Risco de Vida | 64 |
| 7.10 | Seguro de Capitalização CPR: SCR_{Life} | 64 |
| 7.11 | Seguro de Capitalização CPR: Quadro Resumo SCR. | 65 |
| 7.12 | Seguro de Capitalização CPR: SCR_{Total} | 65 |
| 7.13 | Seguro de Risco SPR: Provisões Técnicas. | 67 |
| 7.14 | Seguro de Risco SPR: Risco de Mercado | 68 |
| 7.15 | Seguro de Risco SPR: SCR_{Life} | 68 |
| 7.16 | Seguro de Risco SPR: Risco de Vida | 69 |
| 7.17 | Seguro de Risco SPR: Resumo SCR | 71 |
| 7.18 | Seguro de Risco SPR: SCR_{Total} | 72 |
| 7.19 | Matriz de Correlação: Exemplo 1 | 73 |
| 7.20 | Matriz de Correlação: Exemplo 2 | 73 |
| 9.1 | Seguro de Capitalização SPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas para a variável Prémio. | 82 |

| | | |
|------|---|-----|
| 9.2 | Seguro de Capitalização SPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas para a variável Prémio (subpopulações Homens e Mulheres). | 84 |
| 9.3 | Seguro de Capitalização SPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas da subpopulação Homens para a variável Prémio Vs Escalão Etário. | 84 |
| 9.4 | Seguro de Capitalização SPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas da subpopulação Mulheres para a variável Prémio Vs Escalão Etário. | 86 |
| 9.5 | Seguro de Capitalização SPR: Tabela resumo das estatísticas de teste t . | 88 |
| 9.6 | Seguro de Capitalização SPR: Simulação Corr=0.99 | 89 |
| 9.7 | Seguro de Capitalização SPR: Simulação Corr=0.75 | 90 |
| 9.8 | Seguro de Capitalização SPR: Simulação Corr=0.5 | 91 |
| 9.9 | Seguro de Capitalização SPR: Simulação Corr=0 | 92 |
| 9.10 | Seguro de Capitalização CPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas para a variável Prémio. | 93 |
| 9.11 | Seguro de Capitalização CPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas para a variável Prémio (subpopulações Homens e Mulheres). | 94 |
| 9.12 | Seguro de Capitalização CPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas da subpopulação Homens para a variável Prémio Vs Escalão Etário. | 94 |
| 9.13 | Seguro de Capitalização CPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas da subpopulação Mulheres para a variável Prémio Vs Escalão Etário. | 97 |
| 9.14 | Seguro de Capitalização CPR: Tabela resumo dos Coeficientes de Correlação em %. | 97 |
| 9.15 | Seguro de Capitalização CPR: Tabela resumo das estatísticas de teste t . | 98 |
| 9.16 | Matriz de Correlação entre os Riscos de primeira ordem definida no QIS4. | 101 |
| 9.17 | Matriz de Correlação do Risco Específico de Mercado | 101 |
| 9.18 | Matriz de Correlação do Risco Específico de Vida | 101 |
| 9.19 | Glossário de Abreviaturas. | 111 |
| 9.20 | Glossário | 112 |

Lista de Figuras

| | | |
|-----|---|----|
| 2.1 | Evolução do Sistema de Solvência na UE (fonte: APS). | 4 |
| 2.2 | Metodologia de Lamfalussy (fonte: APS). | 5 |
| 2.3 | Quadro Resumo: três pilares (fonte: VdA, Maio 2008). | 7 |
| 2.4 | Solvência I Vs Solvência II (fonte: VdA, Maio 2008). | 8 |
| 3.1 | Esquema de Balanço Solvência II (fonte: APS). | 10 |
| 3.2 | Activos Vs Passivos segundo Solvência II (fonte: APS). | 12 |
| 3.3 | SCR Vs SCR segundo Solvência II (fonte: APS). | 14 |
| 5.1 | Medidas de risco VaR e TVaR segundo a Função Densidade (fonte: West- tenberger [50]). | 25 |
| 5.2 | Medidas de risco VaR e TVaR segundo a Função de Distribuição (fonte: Caravina [9]). | 26 |
| 6.1 | Decomposição do SCR em módulos de risco no QIS2 (fonte: CEIOPS, 2006). | 31 |
| 6.2 | Decomposição do SCR em módulos de risco no QIS3 (fonte: CEIOPS, 2007). | 33 |
| 6.3 | SCR Operacional: fórmula standard(fonte: APS). | 34 |
| 6.4 | Decomposição do SCR em módulos de risco no QIS4 (fonte: CEIOPS, 2008). | 36 |
| 7.1 | Seguro de Capitalização SPR: Variável Prémio Ajustada à Distribuição Exponencial e à Pareto. | 50 |
| 7.2 | Seguro de Capitalização SPR: Análise Gráfica dos Resíduos do modelo glm.Total. | 53 |
| 7.3 | Seguro de Capitalização CPR: Variável Prémio Ajustada à Distribuição Exponencial e à Pareto. | 61 |

| | | |
|------|---|-----|
| 9.1 | Seguro de Capitalização SPR: <i>Boxplot</i> da variável Prémio. | 81 |
| 9.2 | Seguro de Capitalização SPR: <i>Boxplot</i> da variável Prémio (subpopulações Homens e Mulheres). | 82 |
| 9.3 | Seguro de Capitalização SPR: Histograma da variável Prémio. | 83 |
| 9.4 | Seguro de Capitalização SPR: Histograma da variável Prémio (subpopulações Homens e Mulheres). | 83 |
| 9.5 | Seguro de Capitalização SPR: Número de indivíduos por Escalão Etário. | 84 |
| 9.6 | Seguro de Capitalização SPR: Escalão Etário Vs Valor do Prémio (mil €). | 85 |
| 9.7 | Seguro de Capitalização SPR: Escalão Etário Vs Valor do Prémio das subpopulações Homens e Mulheres (mil €). | 85 |
| 9.8 | Seguro de Capitalização SPR: Função de distribuição empírica das subpopulações Homens e Mulheres. | 86 |
| 9.9 | Seguro de Capitalização SPR: Variável Prémio Ajustada à Distribuição Pareto (subpopulação Homens). | 87 |
| 9.10 | Seguro de Capitalização SPR: Variável Prémio Ajustada à Distribuição Pareto (subpopulação Mulheres). | 87 |
| 9.11 | Seguro de Capitalização CPR: <i>Boxplot</i> da variável Prémio (população). | 93 |
| 9.12 | Seguro de Capitalização CPR: <i>Boxplot</i> da variável Prémio subpopulações Homens e Mulheres. | 94 |
| 9.13 | Seguro de Capitalização CPR: Histograma da variável Prémio. | 95 |
| 9.14 | Seguro de Capitalização CPR: Histograma da variável Prémio subpopulações Homens e Mulheres. | 95 |
| 9.15 | Seguro de Capitalização CPR: Número de indivíduos por Escalão Etário. | 96 |
| 9.16 | Seguro de Capitalização CPR: Escalão Etário Vs Valor do Prémio (mil €). | 96 |
| 9.17 | Seguro de Capitalização CPR: Escalão Etário Vs Valor do Prémio subpopulações Homens e Mulheres (mil €). | 97 |
| 9.18 | Seguro de Capitalização CPR: Função de distribuição empírica das subpopulações Homens e Mulheres. | 98 |
| 9.19 | Seguro de Capitalização CPR: Variável Prémio Ajustada à Distribuição Pareto (subpopulação Homens). | 99 |
| 9.20 | Seguro de Capitalização CPR: Variável Prémio Ajustada à Distribuição Pareto (subpopulação Mulheres). | 99 |
| 9.21 | Seguro de Capitalização CPR: Análise Gráfica dos Resíduos do modelo glm.Total. | 100 |

Capítulo 1

Introdução

A presente dissertação tem como principal objectivo o enquadramento e aplicabilidade do Modelo QIS4¹ a produtos específicos do ramo vida. Por outro lado, visa também o enquadramento global do projecto Solvência II, dando maior enfoque à evolução do regime de Solvência na União Europeia.

É importante referir que esta dissertação é fundamentalmente prática, uma vez que não se pretendeu estudar a projecto Solvência II no âmbito dos seus conceitos, e em consequência não se estudou a uniformidade dos vários conceitos/normas a que estarão sujeitos os Estados Membros a quando a sua obrigatoriedade em 2012.

O que nos moveu foi mais numa vertente estaticista do problema, isto é, analisar os resultados obtidos em produtos dos Ramo Vida, quando se aplica a Matriz de Correlação Standard por si só.

Nesta dissertação debruçamos essencialmente em duas questões:

1. A Matriz de Correlação está devidamente fundamentada? A sua aplicabilidade fará sentido?
2. A criação dos Modelos Internos deverá ter apenas em foco Riscos individuais? Para a agregação dos vários requisitos de capitais, obtido através dos Modelos Internos, deverá ser aplicada a Matriz de Correlação Standard?

¹QIS - Quantitative Impact Study

Como se poderá constatar ao longo do texto, omitiram-se certos pormenores teóricos, relativos às metodologias estatísticas usadas e enquadramentos legislativos. Porém vão sendo sugeridas várias referências bibliográficas que permitem, ao leitor interessado, aprofundar os diversos temas.

É também indispensável salientar que devido a complexidade dos cálculos subjacentes aos casos práticos apresentados usou-se o *Software VipItech*² para a determinação dos requisitos de capital. O *Software R*³ foi utilizado para o enquadramento da análise estatística.

A monografia encontra-se dividida em oito capítulos, iniciando com uma breve introdução ao tema em estudo. No segundo capítulo, faz-se um breve enquadramento do regime de Solvência actualmente em vigor na União Europeia.

No terceiro capítulo, identificam-se os principais requisitos quantitativos desse regime de solvência, enquanto no capítulo seguinte se caracterizam os riscos incluídos obrigatoriamente, na fórmula Standard⁴ ou na construção de Modelos Internos, no âmbito do projecto Solvência II.

No quinto capítulo, especificam-se algumas das principais medidas de risco. No sexto capítulo aborda-se a temática dos Modelos Internos e da evolução do QIS (fórmula Standard até à actualidade). Foi efectuada uma análise mais detalhada das problemáticas inerentes e dos resultados obtidos no âmbito do QIS3 e do QIS4.

No capítulo sete, são desenvolvidos exemplos práticos para produtos Ramo Vida, especificamente: Capitalização com Participação de Resultados, Capitalização Sem Participação de Resultados e Risco Sem Participação de Resultados.

²<http://vipitech.watsonwyatt.com/demo/VIPitechDemonstration.html>

³<http://www.r-project.org/>

⁴Neste trabalho as formulas disponibilizadas pelo CEIOPS são designadas por fórmula Standard

Capítulo 2

O Projecto Solvência II

A natureza aleatória do sinistro, factor essencial na actividade seguradora, quer quanto à severidade quer quanto à sua ocorrência, faz com que os compromissos financeiros das seguradoras sejam simultaneamente indeterminados em relação aos seus valores e aos prazos em que terão de ser honrados. Estes factores definem a natureza probabilística da avaliação da Solvência e as dificuldades em estabelecer o “capital óptimo” que uma seguradora deve possuir para estar em condições (“com elevada probabilidade”) de honrar todos os contratos que estabelece.

Na perspectiva dos segurados, uma companhia de seguros deve estar a todo o momento em condições de cumprir as suas obrigações enquanto, na perspectiva dos accionistas deveria ser utilizado o mínimo capital possível pela empresa. Deve ser estabelecido um equilíbrio entre estas duas perspectivas de modo a não comprometer a estabilidade e solidez da seguradora, atendendo ao perfil de risco da mesma.

Atendendo à necessidade de conciliar estes dois interesses, as entidades oficiais reguladoras/legisladoras têm vindo a desenvolver um novo modelo, a ser aplicado em todos os estados membros da União Europeia (UE), denominado Solvência II.

Este projecto visa fornecer uma fórmula Standard que permita, atendendo aos riscos de cada companhia, definir o capital adequado e os requisitos de Solvência, através da gestão efectiva dos riscos assumidos.

Este projecto exige por outro lado o desenvolvimento de Modelos Internos, por parte das

seguradoras, que reflectam a natureza dos compromissos e dos mercados em que estas actuam e que permitam a gestão e a mitigação dos riscos inerentes, aos compromissos assumidos.

Ao nível das entidades de supervisão, este novo regime surge como uma oportunidade para reformular os mecanismos de avaliação dos sistemas de gestão do risco e de controlo da actividade das seguradoras que são da sua competência.

As primeiras normas em matéria de Solvência surgiram em 1973 para o ramo não vida e em 1979 para o ramo vida. O sistema de Solvência, introduzido nessa altura, exigia às seguradoras a constituição de uma reserva de capital para fazer face às incertezas do negócio de seguros e teve um papel importantíssimo na qualidade da supervisão das garantias de seguros.

Só em 1992, com o início do processo de revisão das 3ª Directivas Comunitárias¹ (ver Figura 2.1), é que se começou a reflectir sobre qual o impacto das novas realidades políticas, sociais e económicas nos direitos dos segurados nos vários países da UE.

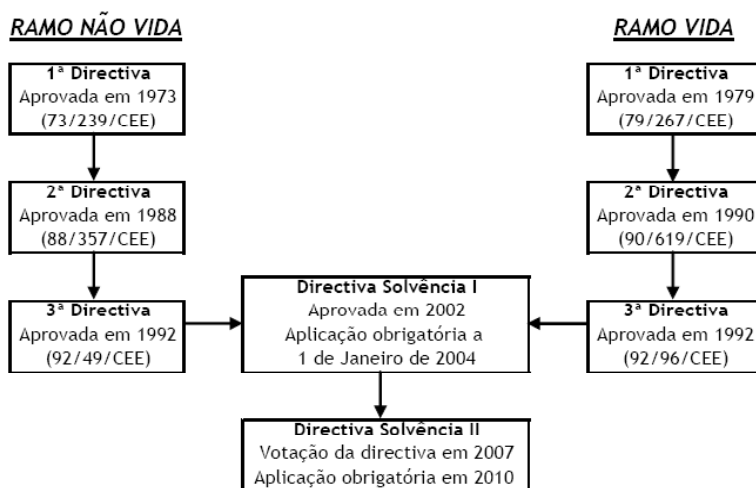


Figura 2.1: Evolução do Sistema de Solvência na UE (fonte: APS).

¹Poderá consultar informação referente a esta temática no site oficial da APS, Associação Portuguesa de Seguradores <http://www.apseguradores.pt/solvencia/index.htm>

A regulamentação da Solvência só teve início com as adaptações feitas com as directivas de Solvência I em Fevereiro de 2002. A legislação (Directiva 2002/87/CE, de 16 de Dezembro) apesar de não modificar a fórmula do cálculo da Solvência, ajustou alguns componentes com vista a adequar um pouco mais os requisitos em matéria de Solvência, de forma a aumentar a protecção dos segurados por parte das seguradoras.

Tendo em conta o objectivo e amplitude do projecto, este foi repartido em duas etapas: a primeira, designada por Solvência I, teve como objectivo o reforço das garantias existentes por via de um aumento dos requisitos mínimos e dos poderes de supervisão, e a segunda, designada por Solvência II, tem como objectivo proceder a uma profunda revisão das garantias financeiras com vista à adequação à realidade do sector segurador, nomeadamente em termos de riscos.

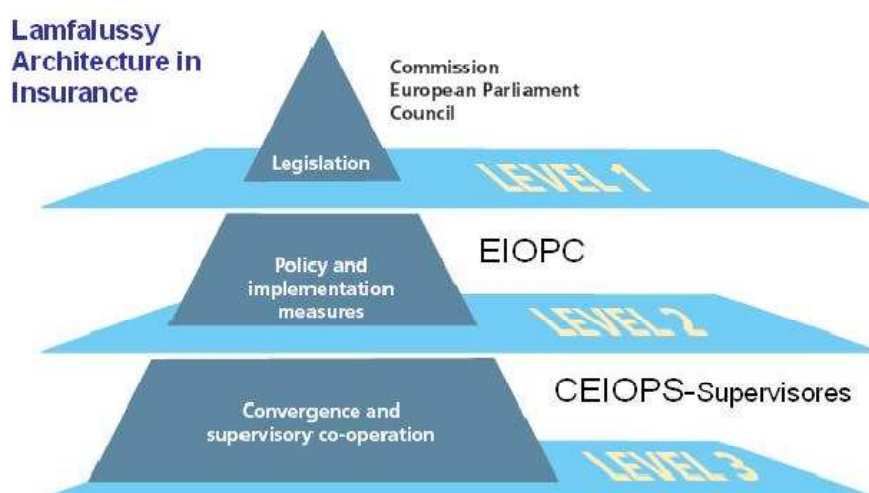


Figura 2.2: Metodologia de Lamfalussy (fonte: APS).

O Projecto Solvência II foi desenvolvido com base na metodologia de Lamfalussy (ver Figura 2.2), harmonizado com outros projectos em curso e concebido numa estrutura de três pilares do tipo Basileia², em que cada um está relacionado com um objectivo:

- O **Pilar I**, consiste no desenvolvimento e implementação de um novo sistema que permita determinar os capitais próprios mínimos exigíveis a cada seguradora em função dos riscos assumidos e da gestão realizada sobre cada um deles - *Requisitos Quantitativos*;
- o **Pilar II**, estabelece um conjunto de novas competências e mecanismos de actuação dos supervisores, bem como de regras de *governance* das empresas de seguros que estimulem uma cultura de risco e uma maior preocupação com os diversos *stakeholders* - *Requisitos Qualitativos e de Supervisão*;
- O **Pilar III**, estabelece qual a informação que as entidades deverão proporcionar aos diversos *stakeholders*, essencialmente relacionada com a gestão de riscos, com vista a aumentar a disciplina de mercado - *Divulgação*.

A Figura 2.3³⁴, apresenta de forma sintetiza os principais conceitos subjacentes a cada um dos três pilares da Solvência II :

²O Novo Acordo de Basileia sobre Capitais, conhecido como Basileia II, é um acordo internacional que determina as regras de gestão de risco que os bancos estão a adoptar por forma a conseguirem acompanhar as mudanças que as entidades reguladoras estão a operar. Estas regras visam limitar a possibilidade de ocorrência de uma crise bancária internacional, assegurando para isso que cada banco, individualmente, dispõe de níveis de capital suficientes para realizar as actividades que compreendem algum risco.

³VdA, designação de Vieira de Almeida & Associados, Sociedade de Advogados, R.L.

⁴Em 2008, em paralelo ao QIS4, surgiu o processo de auto avaliação de riscos e de solvência (ORSA) poderá ser consultado em [http : //www.gcactuaries.org/documents/ceiops_issues_paper_orso.pdf](http://www.gcactuaries.org/documents/ceiops_issues_paper_orso.pdf)

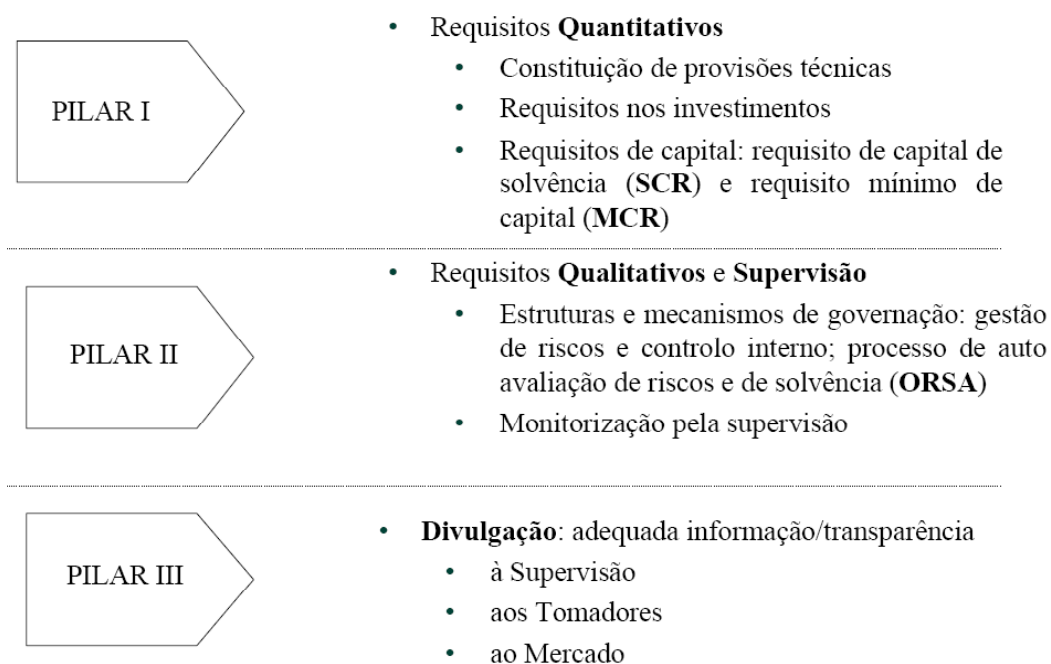


Figura 2.3: Quadro Resumo: três pilares (fonte: VdA, Maio 2008).

Em Portugal, o Instituto de Seguros de Portugal (ISP) deu um passo muito importante, ao publicar a Norma 14/2005, que define os princípios aplicáveis ao desenvolvimento dos sistemas de gestão de riscos e de controlo interno das seguradoras, assegurando que estas implementam os instrumentos necessários que as levem a conhecer de facto, os seus riscos.

Actualmente, o sistema de Solvência II encontra-se na fase de implementação das medidas técnicas discutidas na proposta de Directiva apresentada no Conselho da União Europeia durante a Presidência Portuguesa (Julho/Dezembro 2007), com data prevista de transposição nos Estados Membros em 2012.

Na Figura 2.4 é possível ver de forma esquematizada as principais alterações ocorridas entre o Solvência I e o Solvência II:

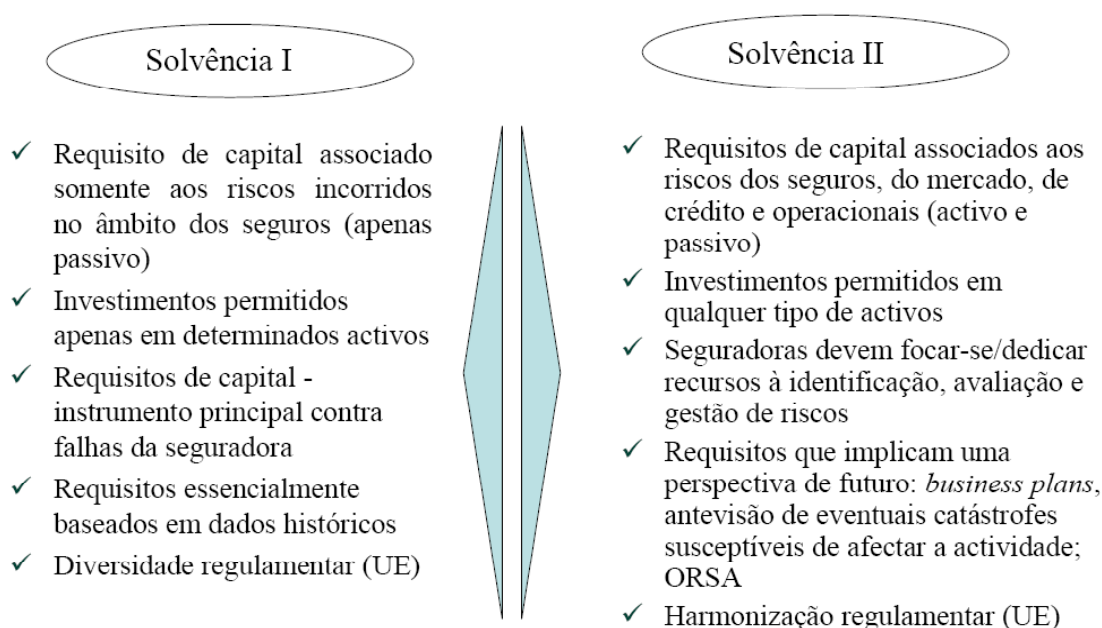


Figura 2.4: Solvência I Vs Solvência II (fonte: VdA, Maio 2008).

Em suma, o projecto Solvência II, visa dar resposta às necessidades de introduzir factores qualitativos, para além dos quantitativos, incrementando ainda o nível e a transparência da informação a prestar pelas seguradoras. Existindo porém a esperança que o Solvência II consiga criar verdadeiras oportunidades de mercado e não apenas desafios regulatórios para as seguradoras.

Capítulo 3

Principais Requisitos Quantitativos

Com o projecto Solvência II pretende-se desenvolver e estabelecer um novo sistema que permita determinar os capitais próprios mínimos exigíveis a cada empresa de seguros em função dos riscos assumidos e da gestão realizada sobre cada um desses riscos (requisitos quantitativos de capital).

De acordo com os objectivos estratégicos identificados, o novo regime de Solvência assenta no princípio de *Total Balance Sheet*¹ e *Economical Approach*, isto é, activos e passivos valorizados ao valor de mercado .

Em relação aos activos, os investimentos deverão ter uma valorização consistente com o mercado (*fair value*). Nos passivos, as provisões técnicas deverão ser valorizadas também ao justo valor, determinadas, por exemplo, com base em *Best Estimates*² adicionadas de uma margem prudencial, em caso de ausência de valor de mercado.

O capital disponível define-se como a diferença entre o passivo e o activo. O capital exigível é o montante de capital necessário para que uma empresa exerça sua actividade, num determinado período temporal, com reduzida probabilidade de ruína.

Seguindo a categorização proposta pela Associação Portuguesa de Seguradores (APS)

¹O princípio assenta em quatro bases fundamentais: activos, passivos, capital disponível e capital exigível.

²Melhor estimativa, que representa a média da distribuição de perdas.

as matérias inseridas no Pilar I podem ser agrupadas em três categorias: Capital Disponível, Capital Exigível e Elementos Elegíveis de Capital.

Este capítulo é uma adaptação directa do tema abordado em Caravina ([9]) e em Simões ([48]).

3.1 Capital Disponível

Os impactos do novo regime de Solvência vão ser influenciados pelo Capital Disponível, diferença entre activos e passivos valorizados ao justo valor e pelo requisito de capital (Figura 3.1).

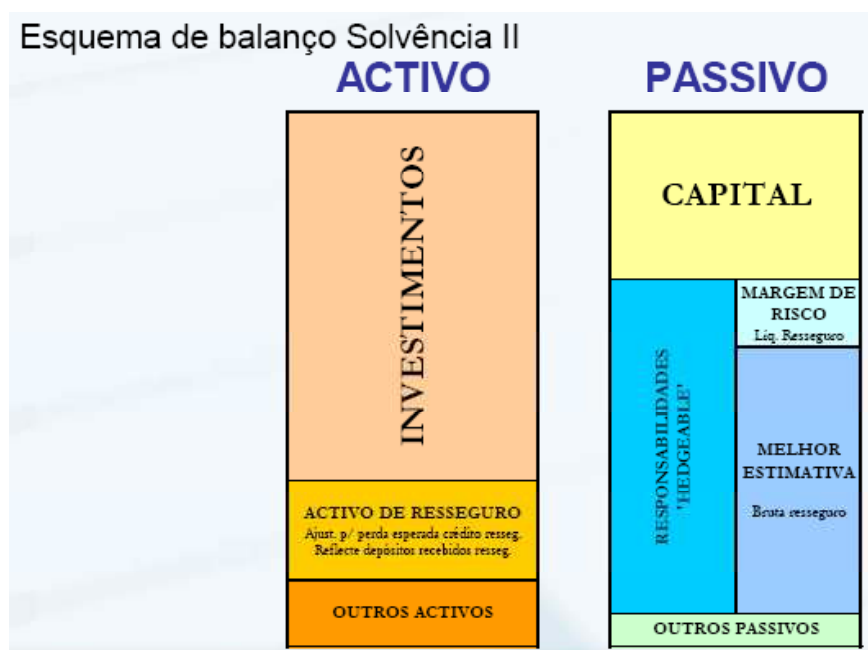


Figura 3.1: Esquema de Balanço Solvência II (fonte: APS).

3.1.1 Activos

As companhias de seguros são grandes investidores em consequência da particularidade do seu negócio. A receita dos seus investimentos é significativa e é tida em conta

aquando do cálculo dos prémios (tarifação). Assim, com a aplicação das novas regras de valorização resultará da diferença entre o valor de mercado e o montante apurado com base nas actuais regras em vigor.

Para riscos decorrentes dos investimentos, o projecto Solvência II vem impulsionar a criação de várias ferramentas de ordem mais qualitativa, que avaliam não apenas os activos (investimentos) mas também os passivos (responsabilidades) que lhe estão associados.

Uma das ferramentas de maior importância para os ramos vida é o *Asset Liability Management* (ALM) e a sua aplicação é fundamental no novo regime de Solvência, nomeadamente na previsão e análise dos impactos decorrentes de determinados eventos de ordem financeira, como a alteração da taxa de juro e respectivo impacto sobre o capital disponível.

Os activos que cobrem as provisões técnicas e os requisitos de margem de Solvência deverão ter em consideração o tipo de negócio subscrito por cada seguradora, de forma a certificar a segurança, retorno e liquidez dos seus investimentos, os quais deverão ser garantidamente diversificados e não concentrados geograficamente. Com este objectivo, e segundo o Decreto-Lei n.º 251/2003, cada seguradora deverá ter um plano de investimentos adequado, no qual deverão ser considerados aspectos como a diversificação dos activos, a análise do capital disponível e sua relação com o *Solvency Capital Requirement*³ sob diferentes cenários, etc.

3.1.2 Provisões Técnicas

Um dos grandes desafios do projecto Solvência II, e fonte de preocupação para os diversos intervenientes, prende-se com a valorização das responsabilidades e com a harmonização das regras e princípios dos diversos projectos internacionais em curso.

As provisões técnicas serão valorizadas ao *fair value*. A valorização das responsabilidades seria simples de realizar se existisse um mercado activo. Porém, e tendo em

³Será abordado no capítulo seguinte o termo *Solvency Capital Requirement*.

conta a sua inexistência, as provisões técnicas (Figura 3.2) terão que ser determinadas com base numa *best estimate* adicionada de uma margem de segurança ou de risco designada por *risk margin* ou *market value margin*.

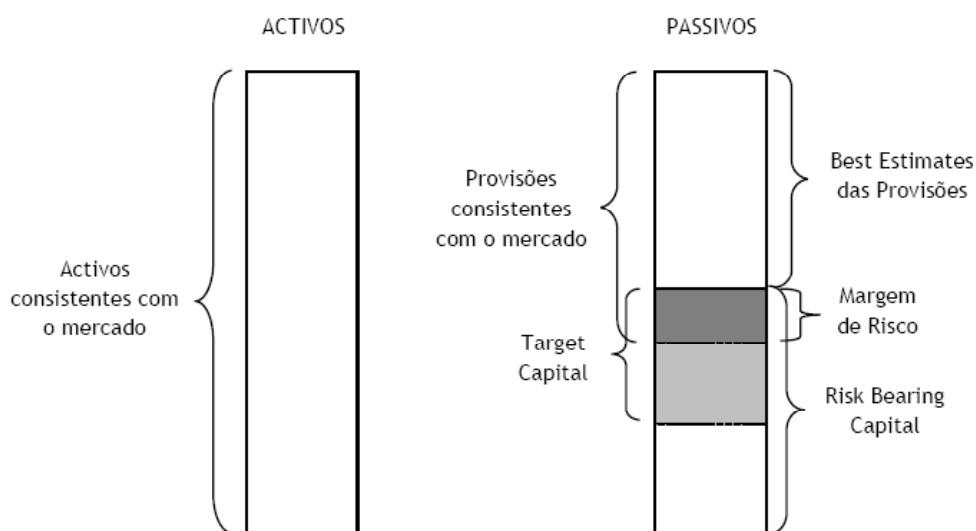


Figura 3.2: Activos Vs Passivos segundo Solvência II (fonte: APS).

Houve inicialmente a possibilidade de se usar uma metodologia centrada no uso de intervalos de confiança para o cálculo da margem de risco. Porém optou-se pela metodologia *Cost of Capital* (CoC), que considera as distribuições das perdas de forma mais adequada ao risco inerente, assumindo um pressuposto de *run-off* da carteira da seguradora, isto é, não se consideram renovações de apólices ou subscrição de apólices novas.

A existência de provisões técnicas suficientes é um pré-requisito essencial para a Solvência. Quanto maiores forem as provisões técnicas menor deve ser, em teoria, o volume da margem de Solvência (MARKT/2095/99), uma vez que há uma influência directa nos capitais próprios da companhia.

3.2 Capital Exigível

A determinação do requisito de capital deve ser efectuada, segundo indicação dos serviços da Comissão (MARKT/2509/03), através da introdução de dois níveis de capital regulamentar: um nível de capital exigido/objectivo (Solvency Capital Requirement, SCR), que traduz o capital económico que cada empresa necessita para operar com uma baixa probabilidade de falência, e um nível de capital mínimo (Minimum Capital Requirement, MCR) que representa um nível mínimo para a intervenção das autoridades prudenciais.

3.2.1 Solvency Capital Requirement - SCR

O cálculo de requisito de capital exigido deverá ter como objectivo a quantificação da maior parte dos riscos (Figura 3.3) a que uma seguradora se encontra exposta, permitindo-lhe assegurar a todo o tempo a detenção de um requisito de capital adequado que lhe permita absorver perdas significativas não previstas e dar “razoável” protecção aos segurados.

O SCR, que nunca poderá ser inferior ao MCR, deve cobrir os riscos relevantes a que a seguradora está sujeita que, de acordo com a classificação do International Actuarial Association (IAA), são o risco específico de seguros vida e não vida (também denominado de risco de subscrição), risco de crédito, risco de mercado, risco de liquidez e risco operacional.

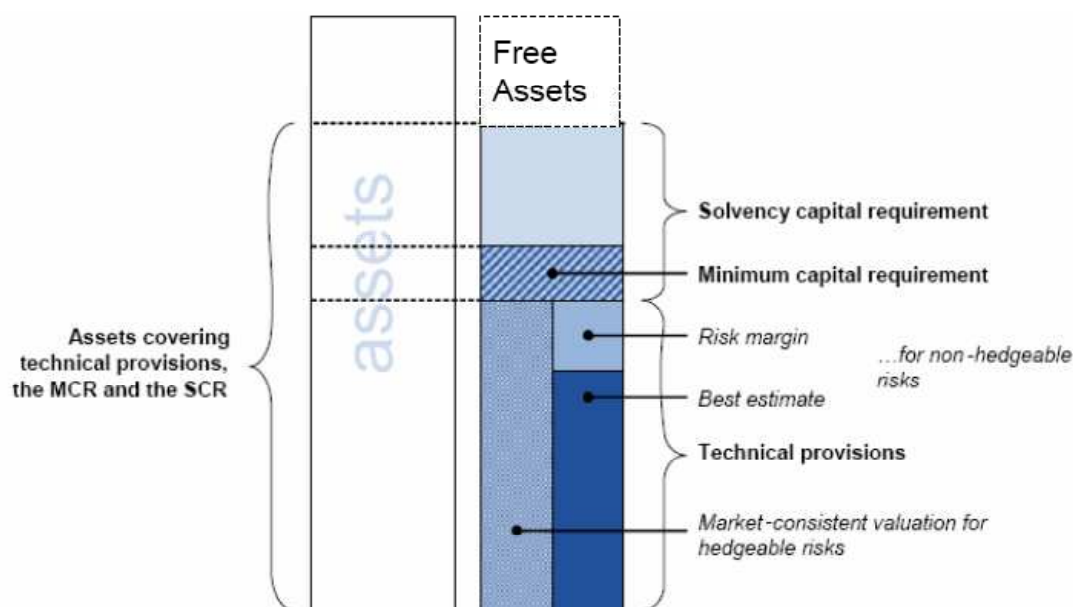


Figura 3.3: SCR Vs SCR segundo Solvência II (fonte: APS).

Este requisito de capital deverá ser calibrado para que a probabilidade de falência de uma seguradora no horizonte temporal de um ano seja de 0,5%, isto é, o SCR determinado deverá permitir à seguradora honrar os seus compromissos (ou transferir as suas responsabilidades para uma terceira parte no período de um ano), com um nível de confiança de 99,5% (considerando a medida de risco VaR). O SCR deverá também ser suficiente para responder ao valor actual, calculado no final do horizonte temporal, das restantes obrigações futuras (dadas por exemplo pela *best estimate*).

O SCR poderá ser determinado com base numa das seguintes formas:

- Aplicação de uma fórmula standard desenvolvida ao nível da UE, que pretende espelhar uma determinada probabilidade de ruína para uma seguradora “média” europeia. Para tal, a companhia deverá calcular os seus requisitos mínimos e objectivos de capital segundo a aplicação de fórmulas relativamente directas, construídas com base em factores ou cenários;
- Desenvolvimento de Modelos Internos (parciais ou globais), desenvolvidos pela seguradora, sujeitos a validação e aprovação pelas entidades de supervisão. A

medida de risco, o horizonte temporal e o âmbito dos riscos cobertos pelo modelo interno não podem ser menos prudentes do que a fórmula standard. Poderão ser aceites modelos parciais ou globais, desde que estes contribuam para melhorar a gestão de riscos e estejam mais adaptados ao seu genuíno perfil de risco do que as fórmulas normalizadas, elaboradas com base na informação do mercado em geral e não na realidade de cada seguradora.

3.2.2 Minimum Capital Requirement - MCR

O MCR deverá ser calculado de forma simples e objectiva. Poderá vir a ser determinado de forma independente ou constituir uma fracção do nível de SCR. Poderá, ainda, vir a ser determinado de forma semelhante ao actual requisito de Solvência devidamente corrigido com a introdução de certos requisitos que tornem o cálculo mais eficaz, ou então ser calculado através de uma percentagem das provisões técnicas (calculadas de forma mais harmonizada).

Os níveis serão obrigatórios devendo o sistema regulamentar identificar de forma clara as sanções e medidas rectificativas decorrentes do seu incumprimento. Como princípio geral, o incumprimento do SCR motivará a atenção do supervisor, que solicitará um plano de recuperação, enquanto que o incumprimento do MCR dará origem a uma intervenção bastante mais activa que poderá levar ao encerramento da seguradora, uma vez que reflecte um nível do capital abaixo do qual as operações da seguradora apresentam um risco inaceitável para os segurados.

Capítulo 4

Breve Caracterização dos Principais Riscos do Ramo Vida

Neste ponto, pretende-se caracterizar os riscos que compõem o *Solvency Capital Requirement* e estão incluídos, obrigatoriamente, na fórmula standard ou na construção de Modelos Internos no âmbito do projecto Solvência II.

O primeiro desses riscos é Risco Operacional, constituído principalmente por eventos causadores de perdas operacionais, que normalmente inclui:

- fraude interna/externa;
- recursos humanos inadequados;
- produtos/práticas comerciais desajustadas;
- perturbações das actividades comerciais e falhas de sistemas;
- *software* e programação inadequados.

O Risco Operacional é uma componente importante, habitualmente mencionada como uma categoria de risco separada, que aumenta a necessidade de capital e que é de um modo geral vista como um risco residual.

Este é o risco que apresenta a maior dificuldade de quantificação, não pela complexidade de modelização, mas pela dificuldade em obter informação adequada à implementação

de modelos de cálculo puramente quantitativos¹. Por esta razão o enfoque em relação a este risco centra-se na implementação de modelos de avaliação transversais a toda a empresa, bem como de um sistema de controlo interno robusto.

O Risco de Mercados (SCR_{mkt} ²) é um dos principais riscos a que uma seguradora está sujeita, em particular no ramo vida. Este risco está associado a movimentos adversos no valor dos activos investidos pela seguradora, relacionados com variações dos mercados de capitais, das taxas de juro, das taxas de câmbio ou dos preços das matérias-primas. Inclui ainda o risco associado ao uso de produtos derivados (opções) e está fortemente relacionado com o risco de *mismatching* entre activos e responsabilidades.

Este risco subdivide-se nos seguintes riscos:

- **de Taxa de Juro** (MKT_{int}) - associado à variação do valor dos activos e passivos sensíveis a esta variável financeira;
- **Accionista** (MKT_{eq}) - relacionado com perdas que resultam de variações nos valores de mercado de acções e outros activos;
- **de Imobiliário** (MKT_{prop}) - decorrente de perdas resultantes de variações no valor de mercado do património imobiliário;
- **Cambial** (MKT_{fx}) - relacionado com flutuações no câmbio da moeda subjacente ao activo ou passivo face à moeda base da seguradora;
- **de Concentração** (MKT_{conc}) - associado à exposição acrescida a perdas devidas à concentração de investimentos numa área geográfica ou num sector económico;
- **de Spread** (MKT_{sp}) - resultantes da exposição à variação do Spread.

¹Existem algumas seguradoras que tentam quantificar o risco operacional e incorporá-lo explicitamente em modelos estatístico. Contudo deparam-se com a inexistência de informação suficiente e com a dificuldade em apreender as diversas manifestações do risco operacional. Este risco não é independente dos outros riscos, tradicionalmente identificados no sector segurador.

²Nesta dissertação, o uso da terminologia SCR é utilizada com algum abuso de linguagem. No entanto a sua utilização teve como propósito aligeirar a identificação dos respectivos riscos associados.

O Risco de Contraparte (SCR_{def}) é o risco associado à variação do valor de contratos de resseguros ou dos activos e dos passivos contingentes que dependem da creditícia da contraparte.

O Risco de Vida, como o próprio nome indica, é o risco associado a riscos específicos do ramo vida da actividade seguradora. Este risco subdivide-se nos seguintes riscos:

- **de Mortalidade** (Lif_{emort}) - associado a contratos onde existem benefícios em caso de morte e onde as actuais provisões técnicas são inferiores aos montantes a pagar em caso de morte;
- **de Longevidade** (Lif_{elong}) - relacionado com contratos onde não existe qualquer benefício em caso de morte e/ou as actuais provisões técnicas são superiores aos montantes a pagar em caso de morte. Este facto, influencia produtos em que mortalidade baixa traduz maiores responsabilidades, como por exemplo Rendas Vitalícias;
- **Catastrófico** (Lif_{ecat}) - associado a eventos extremos, irregulares e/ou imprevisíveis, de baixa frequência mas de elevado custo;
- **de Revisão** (Lif_{erev}) - pretende captar o risco de uma revisão antecipada de resgates;
- **de Descontinuidade** (Lif_{elapse}) - associado com a variabilidade dos resgates ocorridos na carteira da companhia;
- **de Despesas** (Lif_{exp}) - relacionado com as variações das despesas associadas a produtos do ramo vida;
- **de Invalidez** (Lif_{edis}) - associado a contratos onde existem benefícios em caso de invalidez.

Capítulo 5

Medidas de Risco

5.1 Principais Definições e Axiomas

Definição 5.1.1. *Uma medida de risco é uma função $\rho(X)$ em \mathbb{R} que quantifica o nível associado a X .*

De acordo com Panjer ([43]), esta medida dá como resultado um valor que permite quantificar a exposição ao risco.

Uma medida de risco, ρ , diz-se coerente (Artzner et al ([1])) se satisfazer os seguintes axiomas:

Axioma 5.1.1. (*Translação Invariante*) *Para qualquer que sejam X e c tem-se que*

$$\rho(X + c) = \rho(X) + c \quad (5.1)$$

De acordo com este axioma, não há qualquer requisito adicional decorrente da adição de um risco que não tem incerteza.

Em particular, se considerarmos que $c = -\rho(X)$, ficamos com $\rho(X - \rho(X)) = 0$, o que mostra que a posição resultante fica imune a alterações.

Axioma 5.1.2. (*Subaditividade*) *Para quaisquer X, Y tem-se que*

$$\rho(X + Y) \leq \rho(X) + \rho(Y) \quad (5.2)$$

A interpretação que se pode fazer deste axioma é que a combinação de riscos não será maior do que cada risco considerado isoladamente.

É importante que qualquer medida de risco satisfaça este axioma devido à:

- importância da diversificação dos riscos;
- necessidade das instituições reguladoras evitarem que o simples desmembrar dos riscos provoque que o capital a constituir seja inferior;
- gestão interna, ao limitar o risco que cada unidade orgânica pode assumir, para que, na totalidade, não se ultrapasse o que estava estabelecido para a companhia.

Axioma 5.1.3. (*Homogeneidade*¹) Para qualquer que sejam X e $c > 0$ temos que

$$\rho(cX) = c\rho(X) \quad (5.3)$$

Este axioma indica que uma medida de risco é invariante para mudanças das unidades de medida. Isto é, não há qualquer problema em alterar a moeda.

Axioma 5.1.4. (*Monotonia*) Para quaisquer $X \leq Y$ então

$$\rho(X) \leq \rho(Y) \quad (5.4)$$

5.2 Breve abordagem: Value at Risk e Tail Value at Risk

No início dos anos 80, o chefe do grupo de investigação do Banco de Investimento J.P.Morgan, Till Guldemann, elaborou um relatório sobre o risco de mercado a que o banco estava exposto diariamente, para justificar a sua opção em manter o valor de mercado constante, o que veio a dar origem ao Value at Risk, VaR ([35]).

De acordo com Jorion ([38]), o VaR acabou por surgir publicamente em Julho de 1993, num relatório do G30² denominado *Derivatives: Practices and Principles*, na presença

¹Este axioma é um caso particular da subaditividade, quando a diversificação não é possível.

²Grupo consultivo formado por banqueiros e académicos dos países mais ricos.

de um membro do banco J.P.Morgan, quando se discutiam as práticas de gestão de risco.

O VaR acabou por revolucionar a gestão integrada do risco das instituições financeiras, em termos quantitativos, face a outras medidas³, que só tiveram aplicação para alguns casos, enquanto o VaR se aplica a produtos derivados assim como a qualquer instrumento financeiro.

O VaR informa-nos do montante de perdas que potencialmente poderão vir a ocorrer, numa carteira, estabelecendo um nível que pode ser ultrapassado com uma determinada probabilidade q , muito pequena, que denominamos de nível de risco, geralmente entre $[0\%, 5\%]$, durante um determinado horizonte temporal h , $VaR_{q \in [0\%, 5\%]}^h$.

O VaR pode ser definido como o valor mínimo do resultado previsível num determinado período, em circunstâncias normais de mercado e com um determinado nível de confiança. Fornece, portanto, uma estimativa para o resultado mínimo que pode ocorrer dentro de todos os cenários possíveis, com excepção de uma percentagem específica de cenários. Em termos gerais, o VaR é o montante de capital necessário para garantir, com um elevado nível de confiança, que uma seguradora não fica tecnicamente insolvente. Matematicamente, o VaR⁴ pode ser definido como o quantil de probabilidade,

$$Pr(X \leq VaR_\epsilon) \leq \epsilon \iff VaR_\epsilon = Q_X(\epsilon) \quad (5.5)$$

onde X é a variável aleatória que representa o resultado futuro da seguradora e $Q_X(\epsilon)$ é o quantil de probabilidade de ordem ϵ .

O VaR como medida de risco apresenta diversas vantagens nomeadamente o facto de ser um conceito facilmente assimilável, de fornecer um valor concreto sendo facilmente

³Um exemplo dessas medidas é o desvio padrão, que é usado como medida da volatilidade (do risco), no modelo *Capital Asset Price Model*, e que teve uma grande receptividade no mercado financeiro, por ser muito fácil de se usar analiticamente. Contudo esta medida é inadequada quando existem valores extremos, de acordo com Artzner, et al. ([1], [2] e [3]) e não satisfaz mesmo algumas propriedades de coerência, que qualquer medida de risco deve perfazer, como os axiomas de translação invariante e de monotonia.

⁴A abordagem VaR é menos intuitiva que a abordagem da probabilidade de ruína, mas apresenta várias vantagens relativamente a esta porque satisfaz os critérios teóricos de uma medida de risco consistente e reflecte mais de perto a modelação da cauda da distribuição, isto é, os eventos pouco frequentes, nos quais o modelo é mais focalizado.

comparável e de ser uma ferramenta eficaz para a compreensão do risco global das empresas, dado que permite levar em consideração os riscos dos activos e das responsabilidades, bem como as interligações entre ambos.

A utilidade do VaR para o investidor é facilitar a tomada de decisão quanto a investir ou não numa instituição financeira, com alguma segurança, uma vez que pode comparar os diferentes VaR's, isto é, os diferentes valores em risco, quer dentro da instituição, quer desta perante as outras, comparando-os aos resultados líquidos obtidos, pois ambos, VaR e resultados líquidos, podem ser expressos na mesma unidade de medida.

Entre duas instituições que optaram pelo mesmo q , mas que apresentam diferentes VaR's, devido a diferenças na função distribuição F , em princípio deve optar-se pela que apresenta o VaR menor, pois quanto mais pequeno ele for, maior a percentagem do capital próprio a afectar ao negócio, possibilitando assim mais lucro e, então, possivelmente mais dividendos.

As instituições usam o VaR quando pretendem identificar as perdas potenciais, derivadas da carteira que possuem, inferindo a perda que podem sofrer, e numa perspectiva retrospectiva para avaliar a performance medida em termos de risco das unidades orgânicas/negócio da instituição.

O VaR apresenta, contudo, algumas desvantagens: não é uma medida de risco coerente segundo a definição proposta por Artzner et al. ([1], [2] e [3]), uma vez que só em determinadas circunstâncias é que o VaR satisfaz o requisito da subaditividade e, não diferencia riscos com comportamentos distintos na cauda. Existem, ainda, situações em que o VaR poderá ser inferior ao montante da perda esperada, tal como foi exemplificado em 1999 por Wirch e Hardy ([51]).

O Tail Value at Risk (TVaR ou TailVaR), também designado por Tail Conditional Expectation, define-se como sendo o valor esperado condicionado do resultado, dado que o resultado é inferior ao VaR e analiticamente representa-se por:

$$TVaR_\varepsilon(X) = E(X|X \leq VaR_\varepsilon(X)) \quad (5.6)$$

De acordo com as definições anteriores, o VaR e o TVaR serão geralmente valores negativos, na medida em que a aba esquerda da distribuição assumirá geralmente valores negativos (perdas económicas e financeiras), conforme é ilustrado nas Figuras 5.1 e 5.2.

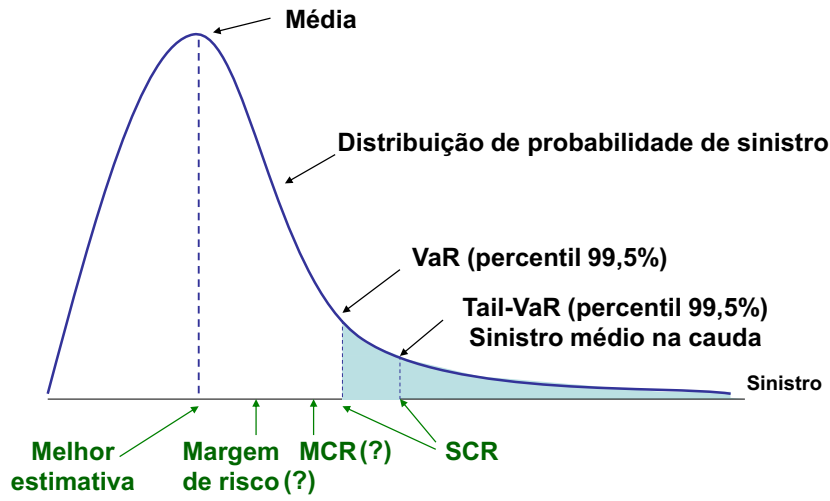


Figura 5.1: Medidas de risco VaR e TVaR segundo a Função Densidade (fonte: Westenberger [50]).

O TVaR possui diversas vantagens em relação ao VaR, satisfaz todos os axiomas de coerência enunciados em Artzner et al. ([2] e [3]), fornece uma estimativa do montante médio da perda superior ao VaR, sendo simultaneamente uma medida de risco mais conservadora que o VaR.

Esta é assim uma medida mais adequada a riscos catastróficos, uma vez que considera, para além das variáveis do VaR, a média acima do percentil de confiança adequando o capital a eventos de baixa frequência e de grande severidade e que se afastem em muito do percentil de confiança.

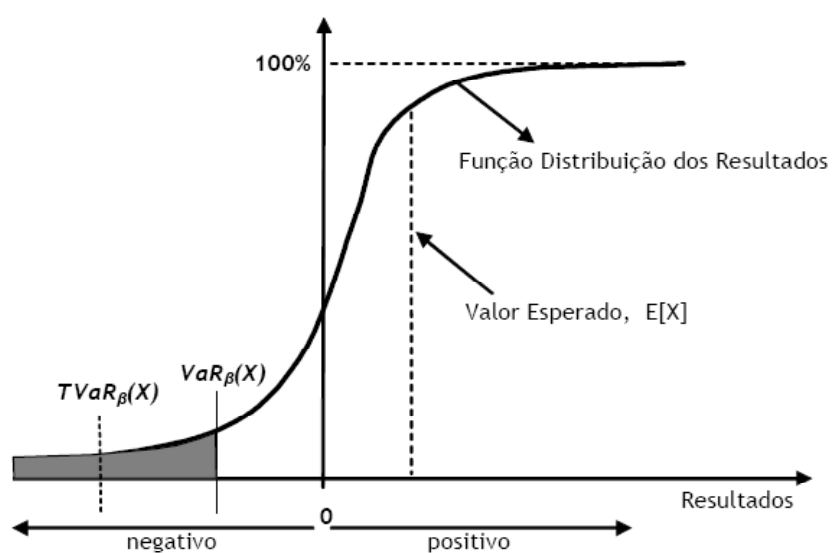


Figura 5.2: Medidas de risco VaR e TVaR segundo a Função de Distribuição (fonte: Caravina [9]).

Capítulo 6

Estudos de Impacto Quantitativo

Neste capítulo pretende-se fazer o levantamento dos vários estudos de impacto quantitativo que ocorreram no âmbito do projecto Solvência II.

As notas informativas disponibilizadas pela APS e pelo CEIOPS ([6], [7], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [40], [39], [37], [23], [22], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30]) foram os documentos base para a construção do presente capítulo.

6.1 Modelos Internos

O projecto de Solvência II contempla a possibilidade de se usarem Modelos Internos em alternativa aos Modelos Standard propostos no QIS. Contudo, este tipo de modelos não poderá, em última instância, sobrepor-se aos valores estipulados pelo requisitos de capital mínimos, MCR.

Levar as companhias de seguros a identificar, medir e gerir, de forma mais personalizada, o seu perfil de risco é o principal objectivo da implementação deste tipo de modelos. Simultaneamente, podem revelar-se muito mais adequados para a supervisão e gestão do mercado de seguros por parte das entidades reguladoras.

Existem vários métodos alternativos para efectuar esta modelação: modelos probabilísticos, modelos baseados em factores de risco específicos de cada companhia, fazendo uso do histórico da mesma, métodos de cálculo com base em modelos de projecção de

risco, de *cashflow*, etc.

Qualquer uma das metodologias adoptadas comporta problemas específicos que se prendem com o aumento da informação de base necessária ao cálculo do mesmo e os custos que isto comporta. Não só em termos de custos efectivos na recolha e organização dessa informação de base mas no aumento do risco de problemas de interpretação e transmissão da mesma.

O modelo perfeito não existe, pois cada modelo, sendo uma representação simplificada da realidade, tem limitações inerentes. A qualidade de um dado modelo depende da sua adequação a um fim específico numa situação concreta, e é aferida no balanço entre os diferentes requisitos que deve cumprir: precisão e sofisticação versus simplicidade e facilidade de utilização, modular versus integrado, etc.

Na construção de um Modelo Interno devem ser atendidos três objectivos principais:

- Modelar a distribuição de probabilidade do Capital Económico num dado horizonte temporal;
- Calcular as necessidades de Capital Económico correspondente ao nível agregado de risco definido pela companhia;
- Definir uma regra de alocação do Capital Económico pelas diferentes actividades.

Uma das grandes potencialidades dos Modelos Internos é a sua capacidade para captar a interacção dos diversos riscos presentes no mercado, quando estes são perceptíveis e quantificáveis, em vez de se limitarem a agregar os factores de risco individuais. Contudo, existem algumas precauções a ter em consideração na sua utilização, nomeadamente:

- O modelo pode não ser o correcto, isto é, os parâmetros utilizados pelo modelo não fazem uma descrição adequada da realidade que o mesmo pretende captar;
- Erros de parametrização¹, ou seja, o modelo é adequado mas os parâmetros utilizados não foram estimados de modo a reflectir a realidade de modo fiável;

¹Os erros de parametrização podem ocorrer devido a um número de observações limitado, ao período

- A estrutura de risco (reflectida nos parâmetros retidos) pode variar demasiado ao longo do tempo ou pode ser de natureza incerta.

6.2 QIS: Fórmula Standard

6.2.1 Preparatory Field Study

Em Junho de 2005, realizou-se o teste preliminar, *Preparatory Field Study* (PFS) ([10]), direccionado apenas para seguradoras do ramo vida. Este tinha por objectivo, por um lado, recolher a informação necessária para a construção e desenvolvimento do novo modelo de solvência e, por outro lado, testar a capacidade de resposta das mesmas no que diz respeito ao impacto proveniente dos activos e das responsabilidades ao justo valor, avaliando as repercussões ao nível do capital e da margem de solvência provenientes da aplicação de *stress tests* pré-definidos.

Em relação à valorização dos activos, foi possível concluir que existem países² que valorizam os activos ao valor de mercado, enquanto outros países efectuem essa valorização com base em métodos locais, o que resulta, de um modo geral, em valores inferiores aos de mercado.

Relativamente à informação recolhida ao nível dos passivos, verificou-se que a maioria dos países apresenta um decréscimo destes montantes, o que pode ser justificado pela existência de diversas margens prudenciais no cálculo actual das provisões técnicas, pela ausência de uma margem de risco na provisão ou pela ausência de uma avaliação das participações nos resultados.

No âmbito do PFS não se pressupôs qualquer dependência entre os factores de risco contemplados nos *stress tests*, analisando assim os efeitos de solvência com uma correlação total³ ou sem qualquer correlação⁴.

considerado ser demasiado curto, à volatilidade das observações, à ausência de eventos catastróficos nas observações consideradas, à existência de dados errados nas mesmas, todos estes factores comprometem a estimação rigorosa dos parâmetros.

²Portugal era um desses países.

³Fórmula linear para o cálculo do SCR total.

⁴Fórmula quadrática para o cálculo do SCR total.

6.2.2 QIS1

O primeiro *Quantitative Impact Study*, QIS1 ([11],[12], [13],[14] e [15]), realizou-se em 2005. Pretendeu-se com este estudo avaliar, por um lado, o nível de prudência das provisões técnicas e, por outro lado, os impactos provenientes do uso da *best estimate* e dos percentis de segurança (75% e 90%) nas provisões técnicas dos ramos vida e não vida.

De acordo com o CEIOPS ([6]), as maiores dificuldades reportadas pelos participantes foram:

- Falta da informação de base necessária aos cálculos;
- Falta de tempo e de recursos humanos com a compreensão das metodologias a implementar;
- Incapacidade de executar um modelo estocástico completo (para todos os factores de risco);
- Dificuldades na incorporação do resseguro no modelo;
- Dificuldades na estimação das correlações existentes entre cada um dos riscos.

Este estudo permitiu, contudo, concluir que uma abordagem de avaliação das responsabilidades baseada na *best estimate* em conjunção com o *risk margin* tende a conduzir a resultados inferiores às actuais provisões, sendo que a admissibilidade do desconto das provisões reduz significativamente o seu valor.

6.2.3 QIS2

Em 2006 decorreu o segundo estudo, QIS2 ([16],[17],[18], [19], [20], [21], [37], [39] e [40]), onde se aferiu o efeito de uma reavaliação dos activos e dos passivos tendo em conta os pressupostos assumidos pelo modelo de Solvência II, ao mesmo tempo que se testaram novas formas de cálculo do SCR e do MCR.

A Figura 6.1 representa a primeira estrutura que subdivide os vários em grandes classes de risco.

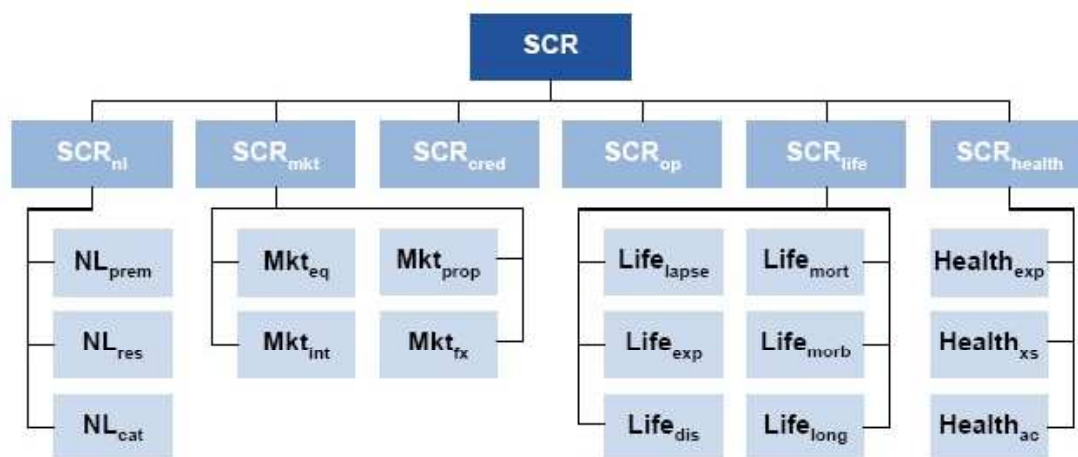


Figura 6.1: Decomposição do SCR em módulos de risco no QIS2 (fonte: CEIOPS, 2006).

Apesar da incorporação da calibração dos factores nas fórmulas standard se encontrar ainda numa fase experimental, permitiu efectuar o primeiro exercício concreto do que poderão vir a ser as exigências em matéria de requisitos de capital.

Para efeitos do QIS2:

- a avaliação dos activos deveria ser consistente com os valores de mercado;
- a avaliação das responsabilidades⁵ deveria ser efectuada com base em valores de mercado para riscos que sejam *Hedgeble* (e que estejam disponíveis no mercado) ou com base na *best estimate* adicionada de uma Margem de Risco;
- a avaliação das provisões técnicas deveria ter por base os valores de mercado ou a *best estimate* adicionada a uma Margem de Risco;
- o cálculo da Margem de Risco deveria ser obtido através da abordagem VaR ou através da metodologia *Cost of Capital*.

É importante referir que o QIS2 não tinha como principal enfoque a calibragem de

⁵As responsabilidades deveriam ser calculadas com e sem desconto de forma a avaliar o impacto causado por este. O desconto deveria ser obtido através da taxa de juro sem risco fornecida pelo CEIOPS.

parâmetros, pelo que os valores obtidos não devem ser interpretados como indicadores dos futuros requisitos quantitativos de solvência, funcionando apenas como indicadores de uma avaliação mais sensível e direccionada para os riscos.

Segundo o ISP ([37]), o nível de participação das empresas portuguesas foi bastante positivo, as conclusões extraídas foram de uma forma geral consistentes com a generalidade dos restantes países europeus. Em particular, os resultados do QIS2 parecem apontar, em termos médios, para uma tendência de redução das provisões técnicas e de aumento dos requisitos de capital, verificando-se, no entanto, dispersões importantes entre empresas.

Em traços gerais, o nível de capitalização do mercado segurador português é bastante satisfatório face aos requisitos definidos no QIS2. No caso específico das empresas do ramo vida a carga de capitais encontra-se bastante influenciada pelo risco de mercado, associado ao horizonte temporal mais alargado das responsabilidades.

Com o QIS2 tornou-se evidente a importância da recolha, do tratamento e da interpretação da informação estatística do negócio e dos riscos associados.

6.2.4 QIS3

Entre os meses de Abril e Julho de 2007 realizou-se o QIS3 ([22], [23], [24] e [25]), que teve como enfoque principal a estrutura, o desenho e a calibragem dos métodos de cálculo para as provisões técnicas, para o MCR e também para a fórmula standard de cálculo do SCR.

Todas as considerações referenciadas no QIS2 mantêm-se neste terceiro estudo de impacto quantitativo, porém as grandes classes de risco consideradas para efeitos do QIS3 sofreram alguns ajustamentos face à estrutura testada anteriormente (ver Figura 6.2):

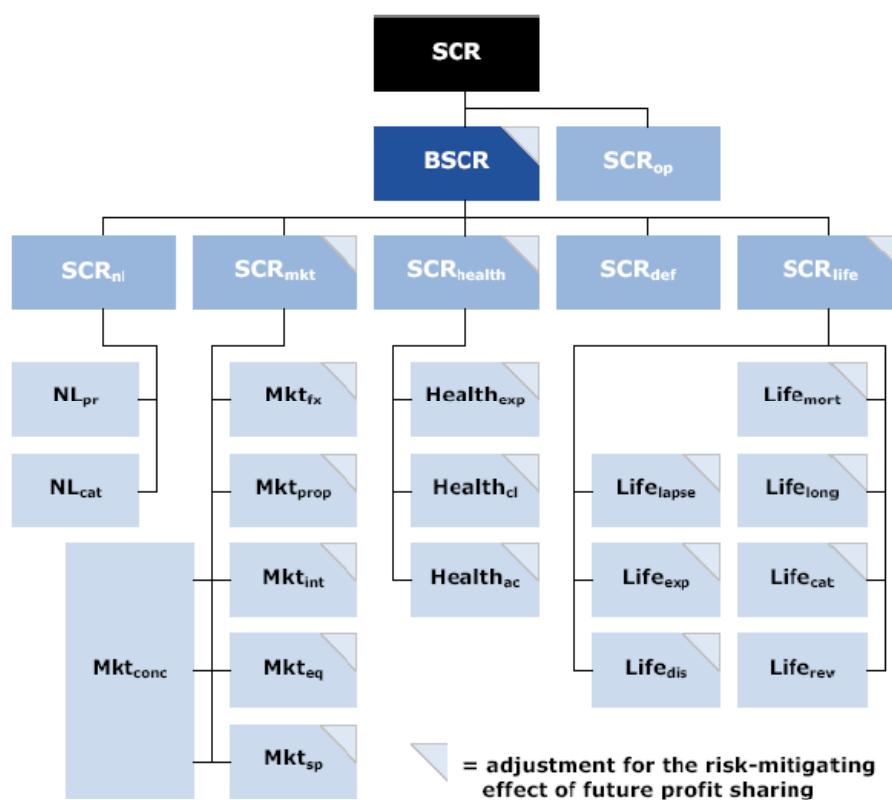


Figura 6.2: Decomposição do SCR em módulos de risco no QIS3 (fonte: CEIOPS, 2007).

Para além das dificuldades sentidas e reportadas pelos participantes do QIS2, as alterações mais sensíveis face à estrutura anterior foram a transferência do módulo de risco operacional para um nível superior e o facto de a capacidade de absorção do risco por parte de certas responsabilidades ser agora avaliada ao nível dos módulos (ou sub-módulos) individuais. Em termos práticos esta alteração exige o cálculo desta variável a um nível mais agregado.

O CEIOPS, estipulou a fórmula standard para calcular o

$$SCR = BSCR + SCR_{op} \quad (6.1)$$

em que o SCR_{op} obtém-se do mesmo modo que em QIS2, uma percentagem (30%) das provisões técnicas e dos prémios adquiridos ([23]):

E o BSCR, *Basic Solvency Capital Requirement*, representa o capital de solvência

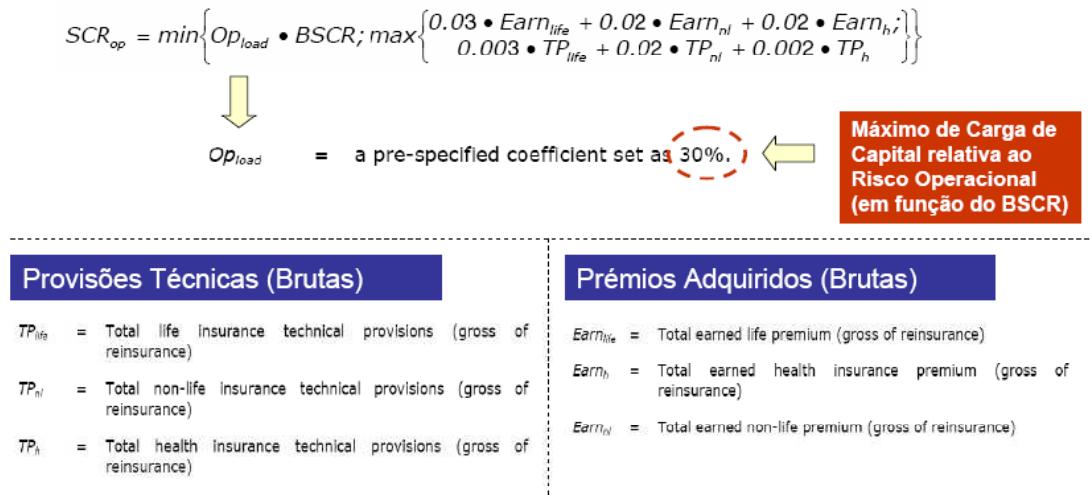


Figura 6.3: SCR Operacional: fórmula standard(fonte: APS).

básico, sendo calculado da seguinte forma⁶:

$$BSCR = \sqrt{\sum_{r \times c} CorrSCR_{r,c} \cdot SCR_r \cdot SCR_r} - \min \left\{ \sqrt{\sum_{r \times c} CorrSCR_{r,c} \cdot KC_r \cdot KC_r}, FDB \right\} \quad (6.2)$$

Tabela 6.1: Matriz de Correlação entre os Riscos de primeira ordem definida no QIS3.

| CorrSCR= | SCR_{mkt} | SCR_{def} | SCR_{life} | SCR_{health} | SCR_{nlf} |
|----------------|-------------|-------------|--------------|----------------|-------------|
| SCR_{mkt} | 1 | | | | |
| SCR_{def} | 0.25 | 1 | | | |
| SCR_{life} | 0.25 | 0.25 | 1 | | |
| SCR_{health} | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 1 | |
| SCR_{nl} | 0.25 | 0.5 | 0 | <u>0</u> | 1 |

Os resultados obtidos no QIS2 e no QIS3 confirmaram as dificuldades práticas sentidas pelo mercado no tratamento de produtos ramo vida com participação nos resultados para efeitos de solvência.

O cálculo da *best estimate* das provisões técnicas deste tipo de produtos, a sua de-

⁶A Matriz de Correlações usada no QIS3 pode ser consultada no Anexo ??

composição em benefícios garantidos, benefícios contratuais/legais e benefícios discricionários, nomeadamente, na avaliação económica das opções e garantias previstas nos contratos, foi uma das áreas em que os participantes dos QIS sentiram particulares dificuldades.

Para as companhias do ramo Vida os resultados foram ambíguos, registando-se diferenças de país para país que, em grande medida, foram justificadas pela diversidade das características existentes nos produtos vida comercializados nos diversos estados membros.

Segundo o CEIOPS, os resultados nacionais⁷ são, genericamente, coincidentes com os resultados europeus, registando um aumento generalizado dos requisitos de capital em termos absolutos, com uma melhoria média dos rácios de Solvência para empresas Vida, enquanto que para as de Não Vida (e em empresas mistas) se regista, em termos médios, um decréscimo do mesmo rácio.

6.2.5 QIS4

O último estudo Quantitative Impact Study, QIS4 ([26], [27] e [28]), que teve início em Abril de 2008 e decorreu até 7 de Julho de 2008, no caso das empresas individuais, e 31 de Julho de 2008, no caso dos grupos de seguros.

O principal objectivo deste exercício foi testar a calibragem da fórmula standard do SCR, a utilização de metodologias simplificadas, o impacto sobre os grupos de seguros, a comparação dos resultados da fórmula standard com os produzidos por modelos internos totais e parciais e o desenho e calibragem do cálculo do MCR.

Com o QIS4 a Comissão Europeia assume, pela primeira vez, a responsabilidade final pelo seu lançamento, execução e análise dos resultados.

⁷Sendo de destacar a excelente participação das empresas a actuar em Portugal neste exercício, quer no ramo Vida (98.7% em termos de quota de mercado - a maior participação a nível Europeu), quer no Ramo Não Vida (93.7% em termos de quota de mercado - a segunda maior participação a nível Europeu).

No actual draft das especificações técnicas para o QIS4 não se encontram diferenças significativa entre a estrutura para o cálculo do SCR agora proposta (ver Figura 6.4) e a estrutura testada durante o QIS3.

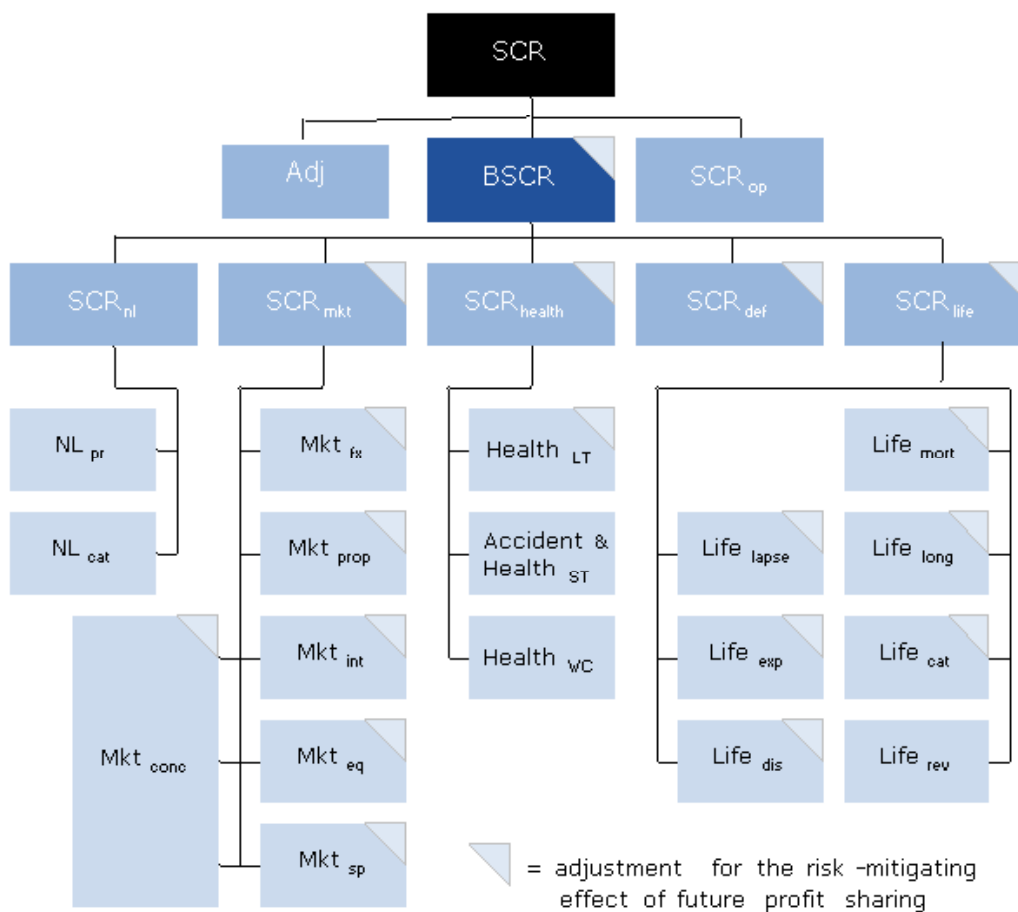


Figura 6.4: Decomposição do SCR em módulos de risco no QIS4 (fonte: CEIOPS, 2008).

Tendo em conta que os riscos descritos, o SCR, é dado pela seguinte fórmula:

$$SCR = BSCR - Adj + SCR_{Op} \quad (6.3)$$

em que o SCR_{Op} obtém-se da seguinte forma:

$$SCR_{op} = \min\{0.3 \cdot SCR; \max\{0.03 \cdot (Earn_{life} - Earn_{life-nl}) + 0.02 \cdot Earn_{nl} + 0.02 \cdot Earn_h; 0.003 \cdot (TP_{life} - TP_{life-nl}) + 0.02 \cdot TP_{nl} + 0.002 \cdot TP_h\}\} + 0.25 \cdot Exp_{ul} \quad (6.4)$$

Sendo *Earn* Prémios Adquiridos e *TP* Provisões Técnicas.

E o BSCR, *Basic Solvency Capital Requirement*, representa o capital de solvência básico, sendo calculado da seguinte forma:

$$BSCR = \sqrt{\sum_{r \times c} CorrSCR_{r,c} \cdot SCR_r \cdot SCR_c} \quad (6.5)$$

Tabela 6.2: Matriz de correlação entre os riscos de primeira ordem definida no QIS4.

| CorrSCR= | SCR_{mkt} | SCR_{def} | SCR_{life} | SCR_{health} | SCR_{nl} |
|----------------|-------------|-------------|--------------|----------------|------------|
| SCR_{mkt} | 1 | | | | |
| SCR_{def} | 0.25 | 1 | | | |
| SCR_{life} | 0.25 | 0.25 | 1 | | |
| SCR_{health} | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 1 | |
| SCR_{nl} | 0.25 | 0.5 | 0 | 0.25 | 1 |

O Ajustamento (*Adj*) resultante do efeito de mitigação que decorre da consideração do potencial de redução em situação de Stress das Provisões para Participação de Resultados Futuros não garantidos à data de avaliação e dos Passivos por imposto diferidos.

$$Adj = Adj_{FDB} + Adj_{DT} \quad (6.6)$$

Em linha com as orientações da proposta de Directiva, no QIS4 foi desenvolvido um esforço no sentido de facilitar a participação das empresas de menor dimensão, através da definição de um conjunto de simplificações.

Apesar de não existirem diferenças significativas no QIS4 face ao QIS3, é de realçar a reformulação do módulo SCR_{health} que incluiu a introdução de um submódulo dedicado a Acidentes de Trabalho ($Health_{WC}$ - Health Workers Compensation) e a introdução de um factor KC no módulo dedicado ao risco de contraparte por forma a reflectir a mitigação do risco inerente às participações dos resultados futuras.

No QIS4 verificou-se o aumento do número de participantes sendo a maior taxa de participação em empresas de grande dimensão. Verificou-se ainda uma melhoria da qualidade dos dados reportados, apesar do aumento de exigência em termos de granularidade dos cálculos a efectuar e do reduzido período de tempo disponível. Porém muitas das dificuldades identificadas no QIS3 permaneceram no QIS4 (opções e garantias, participação nos resultados, prémios futuros, fundos autónomos, etc).

Capítulo 7

Casos Práticos

7.1 Caracterização dos Produtos Ramo Vida em Estudo

Neste capítulo apresentamos alguns dos exemplos práticos realizados para produtos Ramo Vida, especificamente: Capitalização com Participação de Resultados, Capitalização Sem Participação de Resultados e Risco Sem Participação de Resultados.

Por uma questão de opção, será apenas apresentado produtos recentemente lançados no mercado, uma vez que tínhamos como principal objectivo desta Dissertação o estudo da aderência das Matrizes de Correlações Standard do QIS4. A identificação e cálculo dos riscos e os subriscos associados foram realizados de acordo com as especificações técnicas dadas no documento metodológico disponibilizados pelo CEIOPS [26], [27] e [28]) para o efeito.

Na Tabela 7.1, são identificadas as principais características dos três produtos escolhidos:

Tabela 7.1: Ficha de Produtos

| | Produto 1 | Produto 2 | Produto 3 |
|--------------------------------|---|--|---|
| Caracterização | Seguro de capitalização de médio prazo que garante no termo do contrato um rendimento fixo determinado de acordo com uma taxa anual de rendimento previamente definida. | Seguro de capitalização a médio prazo, com um rendimento mínimo garantido. A rentabilidade atribuída ao produto no primeiro ano civil é fixa, enquanto nos anos seguintes a rentabilidade é variável, tendo um valor mínimo previamente definido. | Seguro de vida temporário que garante em caso de morte, durante a vigência do contrato, o pagamento do capital seguro (de 25.000€). |
| Segmento Alvo | Particulares ou Empresas | Particulares | Particulares na faixa etária dos 50 aos 70 anos e sensíveis ao Risco. |
| Prazo | 5 anos | 5 anos | O prazo mínimo é de 5 anos, podendo ser superior desde que, seja respeitada a Idade Mínima de 50 anos e a Idade Máxima de 70 anos da pessoa segura. |
| Período de Comercialização | De Janeiro a Fevereiro de 2007, podendo cessar antecipadamente caso se esgote o montante disponível para subscrição. | Início em 2007. | Início em 2007. |
| Entregas | Entrega única, mínimo de subscrição de €2.500. (Plafond disponível: 93.000.000€) | Entrega única, mínimo de subscrição de €1.000. | O prémio será constante durante o prazo do contrato. Porém, em qualquer momento é permitido alterar o fraccionamento do prémio. O prémio mínimo total fraccionado é de 15 €. |
| Comissionamento | A remuneração a título de comissionamento, será de 0,25% sobre o valor médio das provisões matemáticas médias anuais, considerando os contratos em vigor a 31/12. | A remuneração a título de comissionamento, será de 0,5% sobre o valor do prémio. | |
| Continua na próxima página ... | | | |

| | Produto 1: | Produto 2 | Produto 3 |
|--------------------------------|--|--|--|
| Capital Garantido | No termo do contrato ou em caso de Morte da Pessoa Segura, o capital garantido corresponderá ao valor da entrega efectuada, deduzido de eventuais resgates parciais ocorridos, acrescido das participações nos resultados atribuídas, revalorizado à taxa anual de rendimento garantida. | No termo do contrato ou em caso de Morte da Pessoa Segura, o capital garantido corresponderá ao valor da entrega efectuada, deduzido de eventuais resgates parciais ocorridos, acrescido das participações nos resultados atribuídas, revalorizado à taxa anual de rendimento garantida. | |
| Garantias | Em caso de vida da pessoa segura no termo do contrato é realizado o pagamento do capital garantido nessa data. Em caso de morte da pessoa segura no decurso do prazo do contrato, o pagamento do capital garantido só será pago no termo do contrato. | Em caso de vida da pessoa segura no termo do contrato é realizado o pagamento do capital garantido nessa data. Em caso de morte da pessoa segura no decurso do prazo do contrato, o pagamento do capital garantido só será pago no termo do contrato. | Garante o pagamento do capital seguro em caso de Morte por Acidente e no caso de Morte por doenças a partir do 4º ano. E em caso de Morte por Doença nos primeiros 3 anos, o pagamento dos prémios pagos até à data da morte. Ao longo da vigência do seguro não estão previstas alterações no capital seguro nem no prazo do contrato. |
| Encargos | Não tem encargos. | No primeiro ano está isento de encargos de gestão do Fundo Autónomo de Investimento, mas nos restantes anos o encargo é de 1% sobre o valor médio do capital garantido no exercício, a pagar no início de cada ano civil. | O prémio é anual, podendo ser pago em fracções semestrais, trimestrais ou mensais, havendo lugar à aplicação dos seguintes encargos: 4,5% , 6,5% e 8% , respectivamente. |
| Continua na próxima página ... | | | |

| Resgate | Produto 1: | Produto 2 | Produto 3 |
|--------------------------------|---|---|--|
| | <p>Em qualquer momento do contrato é possível efectuar o resgate parcial ou total. Sendo i a taxa de juro swap do euro interpolada para maturidade equivalente à do termo do contrato o valor de resgate é apurado da seguinte forma:</p> <p>Se $i \leq 4\%$ - Valor de resgate $_t = CG_t$</p> <p>Se $i > 4\%$ - Valor de resgate $_t = CG_{5x} (1+i - 0,5\%)$</p> <p>Em caso de resgate parcial o respectivo valor bem como o valor remanescente do capital garantido, após o resgate, não poderão inferiores ao mínimo em vigor na Seguradora para este tipo de contrato. Actualmente esses valores mínimos são de €2.500.</p> | <p>Em qualquer momento de vigência do Contrato é possível efectuar o resgate parcial ou total da aplicação. Sendo i a taxa de juro swap do euro interpolada para maturidade equivalente à do termo do contrato o valor de resgate é apurado da seguinte forma:</p> <p>Se $i \leq 3,75\%$ - Valor de resgate $_t = CG_t$</p> <p>Se $3,75\% \leq i \leq 4,75\%$ - Valor de resgate $_t = CG_t \times (1 - penalização\ fixa)$ cujo valor será aplicado em função do momento em que ocorre o resgate: (1º ano 2,5%, 2º ano 2%, 3º ano 1,5%, 4º ano 1% e 5º ano 0,5%).</p> <p>Se $i \geq 4,75\%$ - Valor de resgate $_t = CG_{5x} (1+i - 0,5\%)$. (ver designações do Produto 1).</p> <p>O valor mínimo de resgate será de €500, devendo o valor do capital seguro remanescente, à data do resgate, permanecer, pelo menos, igual ao prémio mínimo de €1.000.</p> | <p>Não são permitidas as operações de resgate e redução.</p> |
| Continua na próxima página ... | | | |

¹Onde: t : tempo decorrido entre a data de início do contrato e a data do pedido de resgate; CG_5 : Capital garantido no termo CG_t : Capital garantido no momento t

| Rendimento | Produto 1: | Produto 2 | Produto 3 |
|------------|---|---|-----------|
| | <p>No termo do contrato é garantido um rendimento fixo de 17,5% sobre o valor investido, não havendo lugar a Participação nos Resultados.</p> | <p>A rentabilidade atribuída ao produto no primeiro ano civil é fixa. Nos anos seguintes a rentabilidade é variável, tendo um valor mínimo previamente definido. A rentabilidade do produto é composta por duas componentes:</p> <p>o rendimento anual garantido é calculado à taxa de juro anual de 4,1% , em 2007, e de 2,60% de 2008 a 2012;</p> <p>o rendimento anual variável é constituído por uma Participação nos Resultados (PR) do Fundo Autónomo de Investimento desta modalidade, a qual será atribuída anualmente, a partir de 2008, aos contratos em vigor em 31 de Dezembro de cada ano e no vencimento, em 2012, pela fracção de ano decorrida. Esta PR corresponde a um mínimo de 90% do rendimento do Fundo Autónomo (RFA), deduzido do rendimento mínimo garantido (RMG), do encargo de gestão (EG), e do saldo negativo da conta de resultados financeiros no exercício anterior, se existir (SN): $PR = \text{Max} \{0; [(t \times RFA) - RMG - EG + SN]\}$, em que t varia entre 90% e 100% , inclusive;</p> <p>Em 2007, o rendimento anual Total corresponde ao rendimento anual garantido calculado à taxa de juro anual de 4,1% . Nos anos seguintes, até ao final do prazo, o rendimento anual Total atribuído a cada contrato corresponderá ao rendimento garantido calculado à taxa de juro anual de 2,60% acrescido da participação nos resultados. A 1 de Janeiro de cada ano, o rendimento anual Total será convertido em aumento do capital do contrato²</p> <p>Em qualquer momento de vigência do contrato é possível efectuar o resgate parcial ou Total da aplicação. Sendo i a taxa de juro swap do euro interpolada para maturidade equivalente à do termo do contrato, o valor de resgate é apurado da seguinte forma: Se $i \leq 3,75\%$, valor de $\text{resgate}_t = CG_t$ Se $3,75\% < i \leq 4,75\%$, valor de $\text{resgate}_t = CG_t \times (1 - \text{penalização fixa})$ cujo valor será aplicado em função do momento em que ocorre o resgate de 1º ano (2,5%), de 2º ano (2%), de 3º ano (1,5%), de 4º ano (1%) e de 5º ano (0,5%) Se $i > 4,75\%$, valor de $\text{resgate}_t^3 = CG_5 \times (1 + i - 0,5\%)^{t-5}$</p> | |

²Base de cálculo: Act/365 dias; juro composto; taxas brutas de impostos.

³Onde: t é o tempo decorrido entre a data de início do contrato e a data do pedido de resgate, CG_5 o capital garantido no termo e CG_t o capital garantido no momento t .

No primeiro produto, Seguro de Capitalização Sem Participação nos Resultados, estamos perante três grandes riscos de primeira ordem:

- de Mercado(SCR_{Mkt})
 - subrisco Taxa de Juro (Mkt_{int})
- de Vida (SCR_{Life})
 - subrisco de Descontinuidade ($Life_{lapse}$)
 - subrisco de Despesa($Life_{exp}$)
- Operacional

No segundo produto, Seguro de Capitalização Com Participação nos Resultados, identificaram-se três grandes riscos de primeira ordem:

- de Mercado(SCR_{Mkt})
 - subrisco Taxa de Juro (Mkt_{int})
- de Vida (SCR_{Life})
 - subrisco de Descontinuidade ($Life_{lapse}$)
 - subrisco de Despesa($Life_{exp}$)
 - subrisco Catastrófico($Life_{cat}$)
- Operacional

Por último, no terceiro produto, seguro de Risco Sem Participação nos Resultados, foram identificados os seguintes riscos:

- de Mercado(SCR_{Mkt})
 - subrisco Taxa de Juro (Mkt_{int})
- de Vida (SCR_{Life})
 - subrisco de Mortalidade ($Life_{mort}$)

- subrisco de Descontinuidade ($Lifelapse$)
- subrisco de Despesa($Lifexp$)
- subrisco Catastrófico($Lifecat$)
- Operacional

Dada a natureza dos produtos escolhidos, iremos evidenciar unicamente os riscos e subriscos relacionados para a análise descritiva e para o estudo da aderência das matrizes de correlações Standard dos QIS4 à nossa População.

7.2 Seguro de Capitalização Sem Participação nos Resultados

7.2.1 Análise Estatística

No âmbito deste trabalho, considerou-se como principal variável de análise o valor do prémio entregue. A matriz de dados utilizada neste trabalho proveio de uma carteira constituída por 4.693 indivíduos que adquiram este o seguro e por 3 variáveis de interesse: Sexo, Idade e Prémio.

Analisaram-se as Subpopulações Homens (55,27% da População) e Mulheres (44,73% da População), uma vez que se tomou como hipótese que o perfil do investidor poderia estar relacionado com o Sexo do mesmo.

Da análise da Tabela 9.1 e das Figuras 9.1 e 9.2⁴ é possível retirar algumas conclusões em relação ao comportamento da variável Prémio para a População e para as Subpopulações Homens e Mulheres:

- as estatísticas de localização da Subpopulação Homens são superiores às estatísticas da Subpopulação Mulheres, o que poderá significar que os Homens investem em média mais do que as Mulheres;
- observa-se que o 1º quartil da População coincide com o 1º quartil da Subpopulação das Mulheres;

⁴As Figuras indicadas encontram-se no Capítulo 9.

- existe um número elevado de outliers⁵, podendo observar-se que os maiores investimentos são registados na Subpopulação Homens;
- na População observa-se uma forte assimetria positiva (relativamente à caixa), e que os dados da Subpopulação Homens são ligeiramente mais assimétricos do que os da Subpopulação Mulheres;
- a dispersão interquartil da Subpopulação dos Homens é ligeiramente superior à dispersão da Subpopulação Mulheres;
- os coeficientes de achatamento da População e da Subpopulação Homens são quase idênticos e significativamente mais elevados do que o da Subpopulação Mulheres, o que nos permite concluir que a distribuição dos dados quer da população quer da Subpopulação Homens tem uma cauda direita mais pesada do que a Subpopulação Mulheres.

Na literatura do tema, existem vários mecanismos de detecção de outliers ([4] e [47]), que permitem justificar a presença destas observações que “reduzem” ou “distorcem” a informação contida na População. No nosso caso específico, vamos considerar que estes valores são outliers e não observações inconsistentes com o resto dos dados ou que estes valores não são resultantes de erros de digitação, uma vez que esta variável está condicionada a um valor mínimo mas não está restrita a um valor máximo.

Realizou-se o teste Kolmogorov para duas Subpopulações Homens e Mulheres, os resultados obtidos mostram que existe evidência estatística ($D = 0,08$) que nos permite concluir que as Subpopulações referentes aos montantes investidos pelo os Homens e pelas Mulheres provêm de populações distintas para os níveis de significância mais usuais.

Interessou-nos ainda cruzar a variável o Prémio com a Idade dos segurados. Para uma maior facilidade de análise e tratamento dos dados a variável Idade foi convertida na variável Escalões Etários. A Figura 9.5 apresenta a distribuição dos indivíduos pelos Escalões Etários para a População e para as Subpopulações Homens e Mulheres.

⁵Ao longo deste trabalho não se faz distinção entre outliers moderados e outliers severos.

É possível ainda visualizar na Tabela 9.2 que nos os intervalos de idade $]40,60]$ e $]60,80]$ é onde se situa maior parte dos segurados (independentemente do sexo dos indivíduos).

Ao analisar a Figura 9.7 e a Tabela 9.3 é possível visualizar que:

- o valor mínimo observado em todos Escalões Etários da Subpopulação Homens é coincidente com o valor mínimo admissível pelo contrato;
- o Escalão Etário dos $[18,20]$ da Subpopulação Homens apresenta o menor valor das principais estatísticas analisadas;
- o intervalo de idades compreendida entre 40 e os 93 da Subpopulação Homens tem o mesmo valor da mediana, €15.000;
- o 3º quartil e o valor médio do Escalão Etário dos $[18,20]$ da Subpopulação Homens são próximos, €6.674 e €6.259, respectivamente;
- o maior investimento da Subpopulação Homens verificou-se no Escalão Etário dos $]60,80]$, bem como o maior número de outliers (88);
- O maior investimento ocorrido no Escalão Etário dos $[18,20]$ da Subpopulação Homens é um outlier (€20.000) e é quase coincidente com o valor do 3º quartil do Escalão Etário $]20,40]$ (€19.750);
- é possível ainda concluir que existe uma forte assimetria à direita nos cinco Escalões Etários estudados da Subpopulação Homens.
- o Escalão Etário dos $]80,93]$ da Subpopulação Mulheres apresenta o maior valor médio (€21.770) enquanto o Escalão Etário dos $[18,20]$ apresenta o menor valor médio (€17.120);
- o Escalão Etário dos $]20,40]$ da Subpopulação Mulheres apresenta do menor valor do 3ª quartil (€17.200) muito próximo do valor médio do Escalão Etário $[18,20]$. Enquanto os Escalões Etários dos $[18,20]$ e dos $]80,93]$ apresentam os valores mais altos, €27.000 e €26.880, respectivamente.
- os investimentos de maior montante da Subpopulação Mulheres verificam-se no Escalão Etário dos $]40,60]$;

- o maior número de outliers da Subpopulação Mulheres verifica-se no Escalão Etário dos]60,80];
- o Escalão Etário dos [18-20] da Subpopulação Mulheres apresenta valor negativo no coeficiente de achatamento. Os restantes escalões apresentam valores positivos porém o Escalão Etário dos]20,40[observa-se o maior valor (42,09) levando a suspeitar que estamos presente de distribuições de caudas pesadas;
- ao analisar o coeficiente de simetria da Subpopulação Mulheres é visível uma assimetria à direita, verificando-se que a assimetria mais acentuada regista-se no Escalão Etário]20-40].

A modelação de dados é essencial para a aplicação de algumas técnicas estatísticas. A análise descritiva das Subpopulações Homens e Mulheres (Ver Figura 9.8) permite-nos excluir os modelos simétricos, tal como o modelo Normal. Dada a assimetria à direita observada na População e nas Subpopulações, faz por isso sentido analisar se alguma das distribuições Exponencial, Lognormal ou Pareto é adequada.

A distribuição de Pareto foi utilizada pela primeira vez na modelação de dados económicos, há cerca de 100 anos pelo economista italiano Vilfredo Pareto⁶, o qual formulou uma “lei” para a distribuição de rendimentos.

A função de distribuição da Pareto é dada por:

$$F(x) = 1 - \left(\frac{k}{x}\right)^a, \quad x \geq k, \quad k > 0, \quad a > 0 \quad (7.1)$$

em que a é o parâmetro de forma.

Considerando uma População aleatória de dimensão n (X_1, X_2, \dots, X_n), os estimadores de máxima verosimilhança ([41]) de a e k são:

$$\hat{a} = n \left[\sum_{j=1}^n \ln \left(\frac{X_j}{\hat{k}} \right) \right]^{-1} \quad (7.2)$$

⁶V. Pareto observou que, para muitas populações, o gráfico do logaritmo do número de rendimentos superiores a um certo nível x , contra o logaritmo do valor de rendimento observado (x), era próximo de uma recta de declive $-a$ para um valor fixo, $a > 0$.

e

$$\hat{k} = \min_{1 \leq j \leq n} X_j, \quad (7.3)$$

respectivamente.

É possível relacionar a Distribuição Pareto com a Distribuição Exponencial(1) da seguinte forma:

$$X \cap Pareto(a) \iff a \times \ln(X/k) \cap Exponencial(1) \quad (7.4)$$

sendo a Função de Distribuição da Exponencial dada por:

$$F(x) = 1 - e^{-x}, \quad x \geq 0 \quad (7.5)$$

De modo a verificar se o modelo Pareto é o mais adequado aos dados, apresentamos as Figuras 7.1, 9.9 e 9.10, representativas da distribuição dos excessos acima de €2.500 euros, com o parâmetro de forma $\hat{a}_{Total} \approx 0,217$, $\hat{a}_{Homens} \approx 0,223$, $\hat{a}_{Mulheres} \approx 0,193$ e $\hat{k} = 2.500$.

Como medida informal da qualidade de ajustamento, Beirlant et al.([5]) aconselham a utilização do Coeficiente de Correlação para “medir” a qualidade do ajustamento.

Na Tabela 7.2 podem-se visualizar os coeficientes de correlação ([34]) associados aos parâmetros de forma considerados.

Tabela 7.2: Seguro de Capitalização SPR: Tabela resumo dos Coeficientes de Correlação em %.

| Distribuição Exponencial ($\hat{a} \approx 0$) | | Distribuição Pareto | |
|--|------------------|--------------------------------------|------------------|
| Prémio: | Coef. Correlação | Prémio: | Coef. Correlação |
| Global | 85,55 | Global ($\hat{a} \approx 0.217$) | 96,93 |
| Homens | 83,32 | Homens ($\hat{a} \approx 0.223$) | 95,73 |
| Mulheres | 91,68 | Mulheres ($\hat{a} \approx 0.193$) | 98,02 |

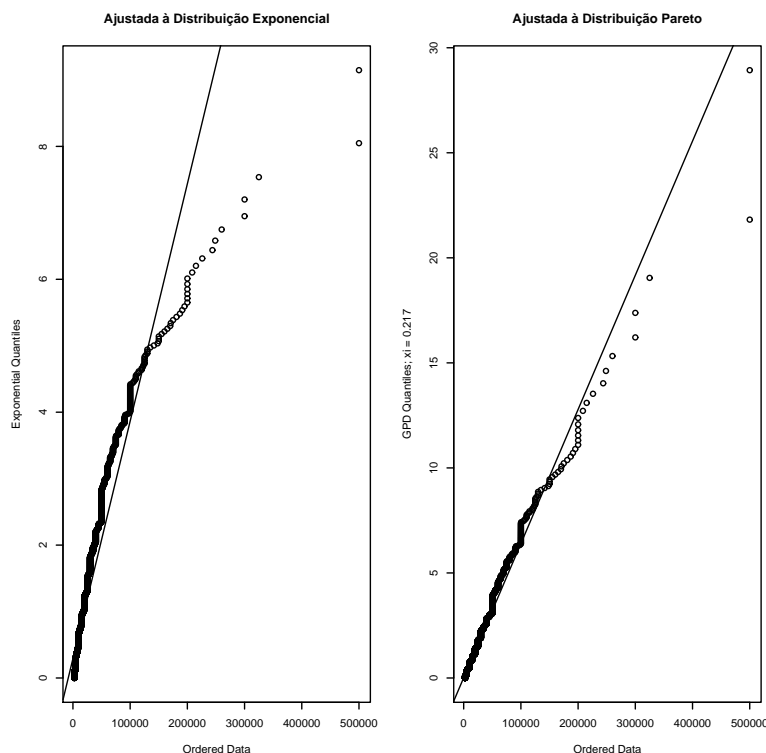


Figura 7.1: Seguro de Capitalização SPR: Variável Prémio Ajustada à Distribuição Exponencial e à Pareto.

Deste modo é possível concluir que o modelo Pareto é o mais adequado para modelar a variável prémio quer para a População(97%) quer para as Subpopulações Homens (96%) e Mulheres (98%).

Apesar de provirem de distribuições distintas, apercebemo-nos que as diferenças não são muito significativas, optando por modelar apenas a População.

Neste ponto pretende-se analisar a existência (ou não) de relações entre as variáveis auxiliares em estudo, isto é, analisar se uma determinada variável (prémio) depende dos valores observados de outras. À variável de interesse dá-se usualmente o nome de variável resposta ou variável dependente. As restantes variáveis designam-se por covariáveis ou variáveis auxiliares.

Para além do modelo de regressão clássico, existem outros modelos lineares usualmente designados por Modelos Lineares Generalizados (GLM). Sem entrarmos em detalhes referentes às condições de aplicabilidade deste tipo de modelos e sabendo que a variável resposta tem distribuição de Pareto, iremos usar o modelo de Regressão Gama, dado que o logaritmo de Pareto é uma Exponencial (caso particular da distribuição Gama) ([49]).

Neste trabalho optou-se pela função de ligação logarítmica por ser a função que não impõe restrições ao predictor linear, contrariamente à função de ligação canónica ([49]).

Esta selecção corresponde à procura do modelo que melhor se ajusta aos dados, o qual não deve ter demasiadas covariáveis e deve ser de fácil interpretação, proporcionando previsões adequadas e sendo adaptável a novas situações.

Para seleccionar o modelo e obter as estimativas dos parâmetros, foi usado o *package MASS* do *software R*. O modelo foi ajustado, quer pelo processo *Backward Stepwise*, quer pelo processo *Forward Stepwise*⁷, os quais permitem que a cada passo se avalie a inclusão ou exclusão de covariáveis.

Após a escolha das variáveis importantes do modelo, interessa saber até que ponto é que o modelo se ajusta aos dados. Para isso deverá usar-se uma medida da qualidade de ajustamento (função desvio ou a estatística de Pearson generalizada). Nos *softwares* estatísticos basta analisar o valor do “p-value” para tirar as conclusões.

Assim, obteve-se o seguinte modelo para a População (glm.Total):

$$glm.Total = \exp\{9,427 + 0,009 \times Idade + f(Sexo)\} \times \epsilon \quad (7.6)$$

$$f(Sexo) = \begin{cases} 0 & \text{se } Sexo = \text{Homens} \\ -0,193 & \text{se } Sexo = \text{Mulheres} \end{cases} \quad (7.7)$$

⁷O processo *Backward Stepwise* inicia-se com todas as covariáveis no modelo e, verifica quais os coeficientes menos significativos retirando as variáveis correspondentes uma a uma, enquanto o processo *Forward Stepwise* incrementa variável a variável.

com ϵ_i iid e com distribuição Gama(1, 577267; 1, 577267) (Turkman ([49])).

A Tabela 9.5 fornece a informação sobre os testes de significância e os erros associados ao modelo GLM testado e que foram obtidos através da função *summary()*⁸ do *R*. Nesta tabela são apresentados os valores estimados dos parâmetros e a estatística de teste *t*.

A análise de resíduos⁹ é útil, não só para uma avaliação local da qualidade de ajustamento de um modelo no que diz respeito à escolha da distribuição da variável resposta, da função de ligação e do preditor linear, como também para ajudar a identificar observações mal ajustadas, i.e., que não são bem explicadas pelo modelo.

Existem várias técnicas gráficas específicas para detectar se o ajustamento é ou não adequado. Na Figura 7.2 apresentam-se quatro gráficos associados ao glm.Total, que ajudam a verificar as premissas do modelo.

A figura com o título “Residuals vs Fitted” corresponde à representação gráfica dos resíduos e dos valores preditos pelo modelo. Este tipo de gráfico permite observar tendências nos resíduos, como a não-linearidade. No modelo glm escolhido, não se observou haver qualquer tendência na distribuição dos resíduos.

O gráfico “Scale-Location” mostra a distribuição da raiz do módulo dos resíduos em comparação com os valores preditos. Se observarmos uma acentuada correlação entre os módulos dos desvios e os valores preditos tal evidencia sérios desvios em relação às premissas do modelo.

O último gráfico apresenta as distâncias de Cook¹⁰ para cada observação. A distância

⁸P

⁹Um resíduo R_i exprime a discrepância entre o valor observado y_i e o valor $\hat{\mu}_i$ ajustado pelo modelo. É usual que os resíduos sejam *studentizados*, padronizados e reduzidos.

¹⁰A distância para cada observação é calculada segundo a fórmula:

$$D_i = \frac{\sum_{j \in u} (\hat{Y}_j - \hat{Y}_{j(i)})^2}{p \times QMR},$$

onde

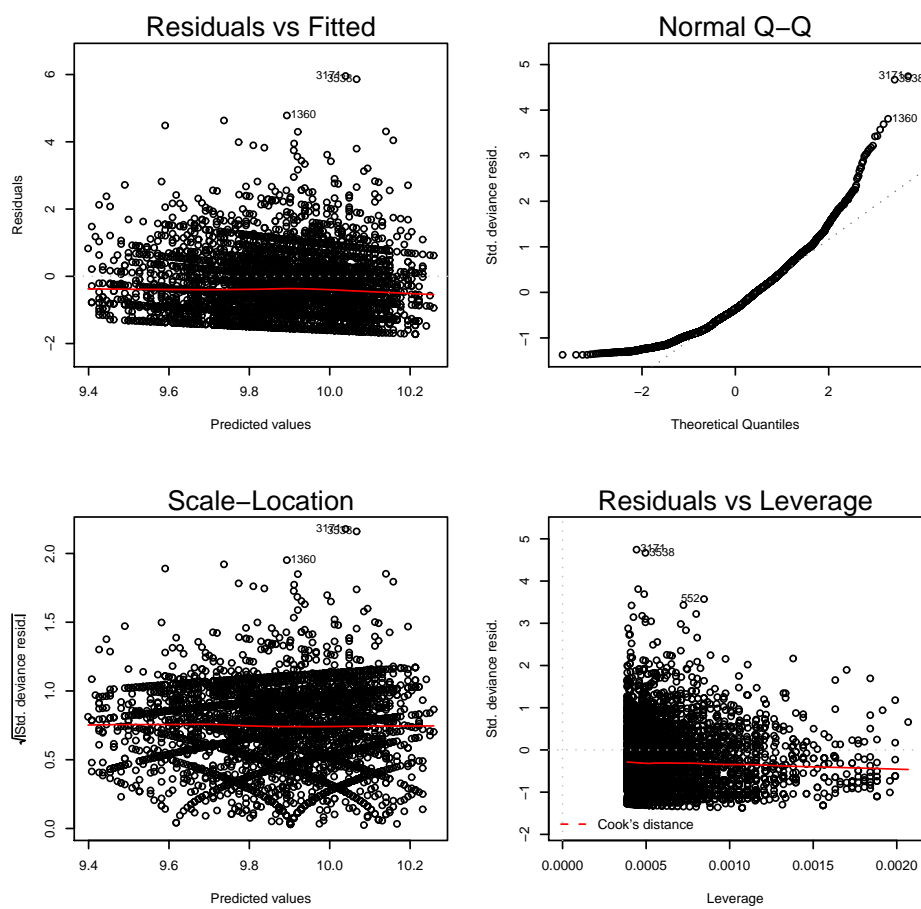


Figura 7.2: Seguro de Capitalização SPR: Análise Gráfica dos Resíduos do modelo glm.Total.

de Cook é uma regra informal e permite visualizar se uma observação é mais influente do que as restantes. Assim, uma observação é influente se a distância de Cook for maior a 1. No caso em estudo, não temos nenhuma observação marcadamente influente, de modo que não precisamos de nos preocupar com esta situação.

Em complementaridade ao estudo realizado, achamos que seria interessante a utilização de outras variáveis auxiliares, por exemplo: se tem outros produtos, a característica deles (exemplo: Capitalização CPR, Risco, etc...), número de beneficiários, referência geográfica (exemplo: agência,...).

7.2.2 QIS4

Assumindo como pressuposto inicial, que no lançamento deste produto foram cuidadosamente avaliados os seus riscos de natureza financeira, sendo o respectivo *matching* assegurado através da aquisição dos activos que suportarão as responsabilidades a contratualizar. E tendo em consideração, entre outros factores, a sua natureza e duração, projectou-se a carteira de passivos de uma forma dinâmica até à sua extinção, assumindo-se uma estratégia de investimentos e um cenário financeiro determinístico.

Assim todos os cash flows do passivo assentam no conceito de valor esperado, na medida em que têm associados probabilidades de ocorrência dos eventos a que estão sujeitos. Estas probabilidades resultam directamente das bases técnicas de segunda ordem, sendo, por isso, consideradas como a *best estimate* da Companhia.

Elaboração do QIS4 com o cálculo das provisões técnicas (Tabela 7.3) até ao termo do contrato tendo em consideração os prémios pagos.

\hat{Y}_j - o vector dos valores estimados para o modelo baseado na População;
 $\hat{Y}_{j(i)}$ - o vector dos valores estimados para o modelo baseado na População removendo a observação i ;
 p - corresponde ao número de variáveis independentes;
 QMR - o quadrado médio do resíduo;
 u - dimensão da População.
 No caso particular da regressão linear, a Cook para uma determinada observação corresponde geometricamente a uma distância entre as rectas de regressão estimadas para a População completa e para uma População em que falta a i -ésima observação. Isto permite identificar observações influentes em uma População, que podem corresponder a erros de medição ou tipográficos.
 A distância de Cook é aproximadamente uma estatística F (razão entre duas variâncias).

Tabela 7.3: Seguro de Capitalização SPR: Provisões Técnicas.

| Ano | Provisões Técnicas |
|------|--------------------|
| 2007 | 92.063.025 |
| 2008 | 92.441.989 |
| 2009 | 92.662.607 |
| 2010 | 93.191.501 |
| 2011 | 93.844.657 |

Com a escolha de um produto recentemente lançado do mercado tivemos como principal objectivo estudar a aderência das matrizes de correlações standard do QIS4. A identificação e cálculo dos riscos e os subriscos associados foram realizados de acordo com as especificações técnica dadas no documento metodológico disponibilizados pelo CEIOPS para o efeito.

Serão apenas abordados alguns dos riscos de primeira ordem do QIS4, iremos evidenciar unicamente os riscos e subriscos relacionados que estão patentes no produto de capitalização sem participação de resultados escolhido para a análise de sensibilidade, isto é, a aderência das matrizes de correlações.

No nosso exemplo, estamos perante três grandes riscos de primeira ordem: de mercado, de vida e operacional. O primeiro grande risco analisado foi o de mercado (Mkt) em particular o subrisco qa que lhe está associado, taxa de juro (Mkt_{int}).

Segundo a fórmula de cálculo standard, o subrisco de taxa de juro é dado pelo máximo entre zero e os valores correspondentes à variação da diferença decorrente de uma reavaliação usando estruturas temporais da taxa de juro modificada seguindo os choques indicados no documento técnico do QIS4 (pág. 39, [26]).

Tabela 7.4: Seguro de Capitalização SPR: Risco de Mercado

| Ano | Mkt_{int} (Tx Juro) | $Mkteq$ (Acções) | $Mktprop$ (Imobiliário) | Mkt_{sp} (Spread) | Mkt_{conc} (Concentração) | Mkt_{fx} (Câmbio) | SCR_{mkt} (Mercado) |
|------|--------------------------|---------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 448 926 |
| 2008 | 8 483 705 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 483 705 |

Como é possível ver na Tabela 7.4, o valor encontrado para o Mkt_{int} é exactamente

igual ao valor apurado para SCR_{mkt} , o que acontece porque não existe mais nenhum subrisco em estudo.

De seguida, identificaram-se os subriscos de descontinuidade ($Life_{lapse}$) e de despesa ($Life_{exp}$) como os subriscos associados ao risco específico do ramo vida (Life) do nosso produto de capitalização.

O subrisco de descontinuidade permite-nos avaliar a diferença (positiva) entre a *best estimate* e o resgate, enquanto o subrisco de despesas permite-nos fazer face a um possível aumento das despesas anuais.

Segundo a fórmula de cálculo standard o subrisco $Life_{lapse}$, é o efeito mais adverso de uma subida ou de uma descida de 50% na taxa de resgate para cada duração, sujeita a uma variação mínima de 3% ao ano (pág. 65, [26]). E a fórmula de cálculo standard do subrisco $Life_{exp}$ é um aumento de 10% no valor das despesas futuras consideradas no *best estimate*, em conjunto com um aumento anual de 1% na inflação esperada para as despesas (pág. 66, [26]).

Na Tabela 7.5 apresentam-se os valores apurados segundos as especificações do QIS4 para os subriscos específicos do ramo vida obtidos:

Tabela 7.5: Seguro de Capitalização SPR: Risco de Vida

| Ano | $Life_{mort}$ (Mortalidade) | $Life_{long}$ (Longevidade) | $Life_{dis}$ (Invalidéz) | $Life_{lapse}$ (Descontinuidade) | $Life_{exp}$ (Despesas) | $Life_{rev}$ (Revisão) | $Life_{cat}$ (Catastrófico) |
|------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 2007 | 0 | 0 | 0 | 728 843 | 16 914 122 | 0 | 0 |
| 2008 | 0 | 0 | 0 | 584 236 | 16 809 912 | 0 | 0 |
| 2009 | 0 | 0 | 0 | 436 241 | 16 749 257 | 0 | 0 |
| 2010 | 0 | 0 | 0 | 260 809 | 16 697 986 | 0 | 0 |
| 2011 | 0 | 0 | 0 | 53 570 | 0 | 0 | 0 |

Uma vez que estamos perante um produto com apenas dois grandes riscos, SCR_{mkt} e SCR_{life} , em que o primeiro risco é constituído por apenas um subrisco e o segundo por dois subriscos, achámos que seria interessante estudar o impacto de possíveis variações às matrizes standard.

No primeiro momento analisamos a margem de risco, face às possíveis alterações na

correlação entre $Life_{lapse}$ e $Life_{exp}$, $Corr(Life_{lapse}, Life_{exp})$, e a correlação entre SCR_{mkt} e SCR_{life} (Tabela 9.18), $Corr(SCR_{mkt}, SCR_{life})$, tendo como pressuposto inalterado o cálculo do Risco Operacional (30%) e o valor de 6%¹¹ da metodologia *Cost of Capital* uma vez que a diminuição ou o aumento teria associado uma diminuição ou um aumento directo na margem de risco.

Como ponto de partida assumiu-se $Corr(Life_{lapse}, Life_{exp}) = 0.5$ e $Corr(SCR_{mkt}, SCR_{life}) = 0.25$, fixando uma correlação e variando a outra entre valores do intervalo $] -1, 1[$ ¹².

Na Tabela 7.6 é possível analisar a margem de risco resultante de alguns dos casos estudados à aderência dos valores em causa das matrizes de correlação standard do QIS4.

Tabela 7.6: Seguro de Capitalização SPR: Tabela Resumo SCR.

| M. Risco | $Corr(mkt,life)$ | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| Corr(lapse,exp) | -0.99 | -0.75 | -0.5 | -0.25 | 0 | 0.25 | 0.5 | 0.75 | 0.99 | |
| -0.99 | 2.302.032 | 2.499.730 | 2.655.928 | 2.786.555 | 2.901.145 | 3.004.464 | 3.099.299 | 3.187.450 | 3.266.943 | |
| -0.75 | 2.319.600 | 2.516.315 | 2.672.373 | 2.803.095 | 2.917.867 | 3.021.404 | 3.116.474 | 3.204.868 | 3.284.595 | |
| -0.5 | 2.337.773 | 2.533.496 | 2.689.407 | 2.820.221 | 2.935.175 | 3.038.934 | 3.134.244 | 3.222.885 | 3.302.851 | |
| -0.25 | 2.355.817 | 2.550.580 | 2.706.343 | 2.837.245 | 2.952.375 | 3.056.349 | 3.151.893 | 3.240.775 | 3.320.975 | |
| 0 | 2.373.737 | 2.567.569 | 2.723.184 | 2.854.167 | 2.969.468 | 3.073.652 | 3.169.424 | 3.258.542 | 3.338.971 | |
| 0.25 | 2.391.534 | 2.584.464 | 2.739.929 | 2.870.990 | 2.986.456 | 3.090.844 | 3.186.838 | 3.276.187 | 3.356.841 | |
| 0.5 | 2.409.211 | 2.601.266 | 2.756.582 | 2.887.716 | 3.003.341 | 3.107.927 | 3.204.139 | 3.293.714 | 3.374.588 | |
| 0.75 | 2.426.771 | 2.617.976 | 2.773.143 | 2.904.345 | 3.020.124 | 3.124.905 | 3.221.329 | 3.311.125 | 3.392.214 | |
| 0.99 | 2.443.521 | 2.633.932 | 2.788.956 | 2.920.220 | 3.036.144 | 3.141.105 | 3.237.729 | 3.327.732 | 3.409.024 | |

Segundo as indicações do QIS4 a margem de risco obtida seria de €3.107.927, a qual passamos a designar por margem de risco standard. Nos resultados obtidos a menor margem de risco obtida é de €2.291.612 e a maior margem de risco foi obtida quando se verificou foi de €3.413.014.

A variabilidade dos montantes envolvidos é de €1.121.492, sendo a diferença em excesso da margem de risco standard de €816.315 e a da diferença em deficit de €305.177.

Observou-se ainda, que ao fixar o valor da $Corr(Life_{lapse}, Life_{exp})$ que a variabilidade dos montantes das margens de risco estão muito próximos, de €965.000, enquanto quando

¹¹Valor estipulado no documento metodológico do QIS4

¹²Em anexo encontram-se alguns dos casos estudados.

se fixava a $Corr(SCR_{mkt}, SCR_{life})$ os montantes variaram entre €133.000 e €142.000. Sendo que as menores variabilidades verificaram em torno de $Corr(SCR_{mkt}, SCR_{life}) = -0.5$.

A título de conclusão da análise de sensibilidade realizada às possíveis combinações entre os riscos SCR_{mkt} , SCR_{life} e os subriscos ($Life_{lapse}$, $Life_{exp}$), não nos parece que o valor da correlação tenha um valor significativamente diferente, a menos que a características da carteira sofram alterações significativas, o que nos parece improvável que aconteça, mesmo com uma crise financeira tão acentuada como a que se vive, porque pelo que se observou na análise descritiva, que poderão existir comportamento sociais prévios, cujas mudanças não são tão abruptas como as dos comportamentos económico/financeiros.

7.3 Seguro de Capitalização Com Participação nos Resultados

7.3.1 Análise Estatística

De forma análoga ao ponto anterior, efectuou-se a análise descritiva da informação disponível, isto é, às variáveis: Sexo, Idade e Prémio. A matriz de dados utilizada neste trabalho proveio de uma carteira constituída por 2465 indivíduos que adquiram o produto em estudo.

Na Tabela 9.10 apresentam-se as principais estatísticas descritivas da População e das Subpopulações Homens e Mulheres, uma vez que se tomou como hipótese de trabalho a mesma hipótese que no produto anterior: a variável Prémio possa estar relacionada com a variável Sexo.

Da análise da Tabela 9.10 e das Figuras 9.11 e 9.12 é possível retirar algumas conclusões em relação ao comportamento da variável Prémio para a População e Subpopulações Homens e Mulheres:

- À excepção do máximo, as restantes estatísticas de localização da Subpopulação Homens são superiores às estatísticas da Subpopulação Mulheres. Porém não

parece que os Homens investem em média significativamente mais do que as Mulheres;

- existe um número elevado de outliers em ambas as Subpopulações. Observado-se o "maior" investimento na Subpopulação Mulheres ;
- quer na População quer nas subpopulações observa-se uma forte assimetria positiva (relativamente à caixa);
- o coeficiente de achatamento da População e da Subpopulação Mulheres são iguais e significativamente mais elevado do que o da Subpopulação Homens, o que permite concluir que a distribuição dos dados quer da População quer da Subpopulação Mulheres tem uma cauda direita mais pesada do que a Subpopulação Homens;
- observa-se que as estatísticas de "localização" tem um comportamento análogo ao observado ao coeficiente de achatamento.

Como no caso anterior, vamos considerar que estes valores são outliers uma vez que esta variável está condicionada a um valor mínimo (€1000) mas não está restrita a um valor máximo.

Deste modo, ficamos com duas Subpopulações independentes, sendo a dimensão da Subpopulação Homens de 1.150 e da Subpopulação Mulheres de 1.315 (46,65% Homens e 53,35% Mulheres). Estes dados parecem indiciar uma certa diferença entre os valores de entrega das duas Subpopulações, os valores investidos pela mulheres em média são em menor montante do que os valores investidos pelo Homens (ver nas Figuras 9.13 e 9.14), porém o maior montante investido foi realizado por uma mulher.

Realizou-se o teste Kolmogorov para duas Subpopulações, onde existe evidência estatística ($D = 0,0851$) que nos permite concluir que as Subpopulações referentes aos montantes investidos pelos Homens e pelas Mulheres provêm de populações distintas para os níveis de significância mais usuais.

Em seguida analisou-se o Prémio versus Escalão Etário para a População e para cada uma das Subpopulações Homens e Mulheres. É possível visualizar na Tabela 9.11 e na Figura 9.15 que nos intervalos de idade $[40,60]$ e $[60,80]$ situa-se a maior parte dos segurados (independentemente do sexo dos indivíduos).

Ao analisar a Figura 9.17, a Tabela 9.12 e a 9.13 é possível visualizar que:

- À exceção do Escalão Etário $[80,97]$ da Subpopulação Mulheres, os valores mínimos observados em todos Escalões Etários da Subpopulação Homens e Mulheres é coincidente com o valor mínimo admissível pelo contrato;
- O Escalão Etário dos $[60,80]$ da Subpopulação Homens apresenta o maior valor das principais estatísticas analisadas;
- O Escalão Etário dos $[80,97]$ da Subpopulação Mulheres apresenta o maior valor das principais estatísticas analisadas. Apesar de o maior valor investido se verificar no Escalão Etário dos $[60,80]$;
- O 3º quartil e o valor médio em todos Escalões Etários da Subpopulação Homens são inferiores aos valores da Subpopulação;
- O maior investimento da Subpopulação Homens verificou-se no Escalão Etário dos $[60,80]$, bem como o maior número de outliers (88);
- É possível ainda concluir que existe assimetria à direita em todos Escalões Etários estudados das Subpopulações Homens e Mulheres;

A análise descritiva das Subpopulações Homens e Mulheres permite-nos excluir mais uma vez os modelos simétricos (Figura 9.18), tal como o modelo Normal. Dada a assimetria à direita observada em todas *populações* faz, por isso, sentido analisar se alguma das distribuições Exponencial, Lognormal ou Pareto é adequada.

Verificou-se que o modelo Pareto é o mais adequado para modelar os dados em estudo (Figuras 7.3, 9.19, 9.20 e 9.14), com os parâmetros de forma $\hat{a}_{Total} \approx 0,318$, $\hat{a}_{Homens} \approx 0,231$, $\hat{a}_{Mulheres} \approx 0,391$ e $\hat{k} = 1000$.

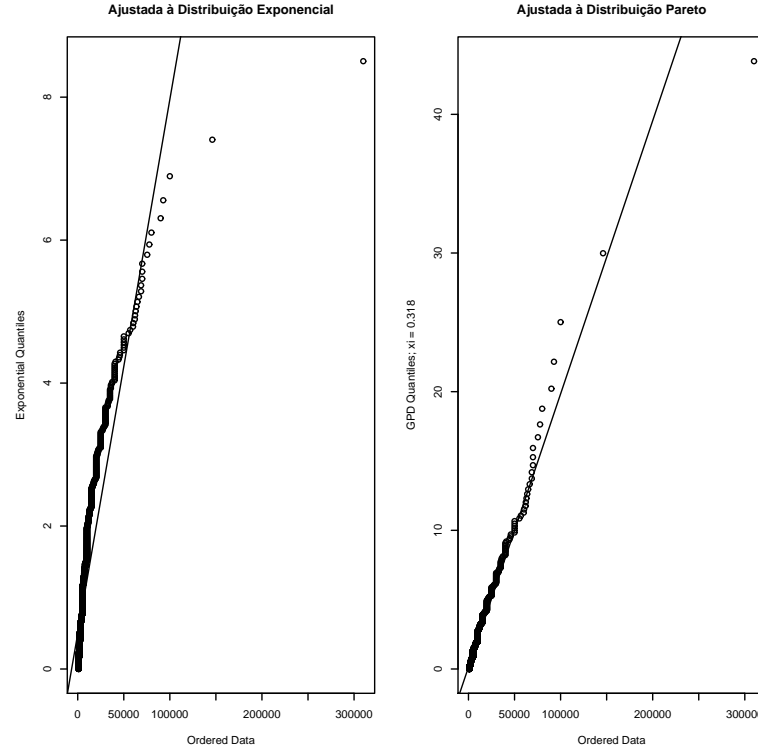


Figura 7.3: Seguro de Capitalização CPR: Variável Prémio Ajustada à Distribuição Exponencial e à Pareto.

Apesar das *Subpopulações* Homens e Mulheres provirem de distribuições distintas, apercebemos que as diferenças não são muito significativas, optando por modelar apenas a População.

Sabendo que a variável resposta tem distribuição de Pareto, iremos usar o modelo de Regressão Gama, optando-se pela função de ligação logarítmica. Assim, obteve-se o seguinte modelo (Tabela 9.15 e Figura 9.21) para População (glm.Total):

$$glm.Total = \exp\{7,848 + 0,017 \times Idade + f(Sexo)\} \times \epsilon$$

$$f(Sexo) = \begin{cases} 0 & \text{se } Sexo = \text{Homens} \\ -0,015 & \text{se } Sexo = \text{Mulheres} \end{cases}$$

com ϵ_i iid e com distribuição Gama(2, 392665; 2, 392665).

Neste produto o sexo do indivíduo aparentemente não influencia o modelo, porém seria interessante introduzir outras variáveis auxiliares ao modelo.

Em complementaridade ao estudo realizado, achámos que seria interessante a utilização de outras variáveis auxiliares, por exemplo: se tem outros produtos, a sua natureza, número de beneficiários, etc.

7.3.2 QIS4

Neste ponto estudou-se a aderência das várias matrizes de correlação disponibilizadas no QIS4 (matrizes standard) à carteira simulada.

Assumindo como pressuposto inicial que previamente ao lançamento deste produto foram cuidadosamente avaliados os seus riscos de natureza financeira, sendo o respectivo matching assegurado através da aquisição dos activos que suportarão as responsabilidades a contratualizar. Tendo em consideração, entre outros factores, a sua natureza e duração, projectou-se a carteira de passivos de uma forma dinâmica até à sua extinção, assumindo-se uma estratégia de investimentos e um cenário financeiro determinístico.

Elaboração do QIS4 com o cálculo das provisões técnicas (Tabela 7.7) até ao termo do contrato tendo em consideração os prémios pagos.

Tabela 7.7: Seguro de Capitalização CPR: Provisões Técnicas.

| Ano | Técnicas | Prémios |
|------|------------|---------|
| 2007 | 16 486 157 | 0 |
| 2008 | 16 408 113 | 0 |
| 2009 | 16 294 597 | 0 |
| 2010 | 16 228 533 | 0 |
| 2011 | 16 177 182 | 0 |

De novo escolheu-se um produto recentemente lançado do mercado, identificaram-se riscos e os subriscos associados de acordo com as especificações técnica dadas no documento metodológico disponibilizado pelo CEIOPS para o efeito.

Tal como no produto de Capitalização sem Participação de Resultados serão apenas abordados os riscos de primeira ordem do QIS4, iremos evidenciar unicamente os riscos e subriscos relacionados que estão patentes no produto de capitalização com par-

ticipação de resultados escolhido para a análise de sensibilidade, isto é, aderência das matrizes de correlações.

No nosso exemplo estamos perante três grandes riscos de primeira ordem: de mercado, de vida e operacional. O primeiro grande risco analisado foi o de mercado (Mkt) em particular o subrisco associado, taxa de juro (Mkt_{int}).

Tal como no exemplo anterior, o valor encontrado para o Mkt_{int} é exactamente igual ao valor apurado para SCR_{mkt} , novamente porque não existe mais nenhum subrisco em estudo.

Tabela 7.8: Seguro de Capitalização CPR: Risco de Mercado

| Ano | Mkt_{int} (Tx Juro) | Mkt_{eq} (Acções) | Mkt_{prop} (Imobiliário) | Mkt_{sp} (Spread) | Mkt_{conc} (Concentração) | Mkt_{fx} (Câmbio) | SCR_{mkt} (Mercado) |
|------|--------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|
| 2007 | 1 465 592 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 465 592 |
| 2008 | 1 458 655 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 458 655 |

De seguida, identificou-se os subriscos de descontinuidade ($Life_{lapse}$), de despesa ($Life_{exp}$) e catastrófico ($Life_{cat}$) como os subriscos associados ao risco específico do ramo vida (Life) do nosso produto de capitalização.

O subrisco de descontinuidade permite-nos avaliar a diferença (positiva) entre a *best estimate* e o resgate, enquanto o subrisco de despesa permite-nos fazer face a um possível aumento das despesas anuais. Por último, o subrisco catastrófico que permite incorporar no modelo a possibilidade de um imprevisto de natureza catastrófica.

Na Tabela 7.9 e na Tabela 7.10 apresentam-se os valores apurados segundos as especificações do QIS4 para os subriscos específicos do ramo vida obtidos:

Tabela 7.9: Seguro de Capitalização CPR: Risco de Vida

| Ano | $Lifemort$ (Mortalidade) | $Lifelong$ (Longevidade) | $Lifedis$ (Invalidez) | $Lifelapse$ (Descontinuidade) | $Lifexp$ (Despesas) | $Liferev$ (Revisão) | $Lifecat$ (Catastrófico) |
|------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 2007 | 0 | 0 | 0 | 84 141 | 16 976 907 | 0 | 85 |
| 2008 | 0 | 0 | 0 | 58 193 | 16 914 122 | 0 | 85 |
| 2009 | 0 | 0 | 0 | 40 278 | 16 809 912 | 0 | 84 |
| 2010 | 0 | 0 | 0 | 7 441 | 16 749 257 | 0 | 83 |
| 2011 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 697 986 | 0 | 81 |

Tabela 7.10: Seguro de Capitalização CPR: SCR_{Life}

| Ano | SCR_{Life} |
|------|--------------|
| 2007 | 17 019 133 |
| 2008 | 16 943 293 |
| 2009 | 16 830 087 |
| 2010 | 16 752 979 |
| 2011 | 16 697 986 |

Uma vez que estamos perante um produto com apenas dois grandes riscos, SCR_{mkt} e SCR_{life} , em que o primeiro risco é constituído por apenas um subrisco e o segundo por três subriscos, achámos que seria interessante estudar o impacto de possíveis variações às matrizes standard.

No primeiro momento analisámos a margem de risco, face às possíveis alterações na correlação entre $Lifelapse$, $Lifexp$ e $Lifecat$, ($Corr(Lifelapse, Lifexp)$, $Corr(Lifelapse, Lifecat)$, $Corr(Lifecat, Lifexp)$), e a correlação entre SCR_{mkt} e SCR_{life} ($Corr(SCR_{mkt}, SCR_{life})$), tendo como pressuposto inalterados no cálculo do Risco Operacional (30%) e o valor de 6% da metodologia *Cost of Capital* uma vez que a diminuição ou o aumento teria associado uma diminuição ou um aumento directo na margem de risco.

Por questões de organização deste documento optou-se por apresentar apenas as Tabelas (Tabela 7.11 e Tabela 7.12) relativos às matrizes standard do QIS4 uma vez que os valores obtidos nas margens de risco são muito idênticos entre si. O valor da Margem de risco segundo os valores standard é de €3 691 784.

Tabela 7.11: Seguro de Capitalização CPR: Quadro Resumo SCR.

| BSCR | | | | | | |
|----------------------|-------------|---------------|--------------|----------------|------------|------------|
| SCR - Capital Mínimo | | | | | | |
| Ano | SCR_{mkt} | SCR_{def} | SCR_{life} | SCR_{health} | SCR_{nl} | SCR |
| | (Mercado) | (Contraparte) | (Vida) | (Saúde) | (Não Vida) | |
| 2007 | 1 465 592 | 0 | 17 019 133 | 0 | 0 | 17 443 349 |
| 2008 | 1 458 655 | 0 | 16 943 293 | 0 | 0 | 17 365 485 |
| 2009 | 0 | 0 | 16 830 087 | 0 | 0 | 16 830 087 |
| 2010 | 0 | 0 | 16 752 979 | 0 | 0 | 16 752 979 |
| 2011 | 0 | 0 | 16 697 986 | 0 | 0 | 16 697 986 |

Tabela 7.12: Seguro de Capitalização CPR: SCR_{Total}

| Ano | SCR_{op} | SCR_{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do Custo Capital |
|------|------------|---------------|-----------|-----------|-----------------------------------|
| 2007 | 49 458 | 17 492 807 | | | |
| 2008 | 49 224 | 17 414 709 | 1 044 883 | 4,07% | 1 004 048 |
| 2009 | 48 884 | 16 878 971 | 1 012 738 | 3,96% | 936 982 |
| 2010 | 48 686 | 16 801 664 | 1 008 100 | 4,04% | 895 215 |
| 2011 | 48 532 | 16 697 986 | 1 004 791 | 4,10% | 855 538 |

Quando fixamos a $Corr(Life_{lapse}, Life_{exp})$ deparamos que a variabilidade da margem de risco $Corr(Life_{lapse}, Life_{exp})$ é de €36, de €11 855 para a $Corr(Life_{cat}, Life_{exp})$ e sem qualquer impacto quaisquer que sejam os valores escolhidos $Corr(Life_{lapse}, Life_{cat})$.

Quando se faz variar a $Corr(Life_{lapse}, Life_{exp})$ deparamos de novo com uma variabilidade quase nula da margem de risco, mínimo de €3 e máximo de €23.

A título de conclusão da análise de sensibilidade realizada às possíveis combinações entre os riscos SCR_{mkt} , SCR_{life} e os subriscos $(Life_{lapse}, Life_{exp}, Life_{cat})$, é visível que o valor do Capital necessário não sofre grandes alterações.

7.4 Seguro de Risco Sem Participação nos Resultados

7.4.1 Análise Estatística

No âmbito deste produto, a matriz de dados utilizada proveio de uma carteira constituída por 322 indivíduos que adquiram este o seguro, 72,05% são Homens e 27,95% são Mulheres.

Dada a dimensão da base de dados e a presença de Homens ser bastante significativa

em relação à presença das Mulheres na População, não achamos adequado colocar a hipótese que o perfil do investidor possa estar relacionado com Sexo, uma vez que iríamos enviesar os resultados.

Neste estudo, o valor do prémio não tem tanto peso como a permanência dos indivíduos na carteira, uma vez que ao longo da vigência do seguro não são permitidas alterações nem no capital seguro nem no prazo do contrato, tendo ainda como idade máxima de permanência os 85 anos.

Seria interessante, embora não no âmbito deste trabalho, uma análise de sensibilidade a possíveis Tábuas de Mortalidade e estudar impacto das mesmas ao longo do ano. Existem diversos autores que abordam estas temáticas, sendo de leitura interessante a Dissertação de Doutoramento do Prof. Jorge Bravo([8]).

7.4.2 QIS4

Na sequência dos pontos anteriores, também para este produto se estudou a aderência das várias matrizes de correlação disponibilizadas no QIS4 (matrizes standard) à carteira simulada.

Assumindo como pressuposto inicial, que no lançamento deste produto foram cuidadosamente avaliados os seus riscos de natureza financeira, sendo o respectivo matching assegurado através da aquisição dos activos que suportarão as responsabilidades contratuais. E tendo em consideração, entre outros factores, a sua natureza e duração, projectou-se a carteira de passivos de uma forma dinâmica até à sua extinção, assumindo-se uma estratégia de investimentos e um cenário financeiro determinístico.

Elaboração do QIS4 com o cálculo das provisões técnicas (Tabela 7.13) até ao termo do contrato tendo em consideração os prémios pagos.

Tabela 7.13: Seguro de Risco SPR: Provisões Técnicas.

| Ano | Técnicas | Prêmios |
|------|----------|---------|
| 2007 | -344 214 | 0 |
| 2008 | -274 427 | 124 864 |
| 2009 | -231 185 | 113 960 |
| 2010 | -198 018 | 92 837 |
| 2011 | -164 795 | 81 373 |
| 2012 | -134 373 | 73 691 |
| 2013 | -105 643 | 71 188 |
| 2014 | -81 367 | 65 876 |
| 2015 | -63 624 | 50 797 |
| 2016 | -51 152 | 34 645 |
| 2017 | -39 821 | 30 484 |
| 2018 | -29 467 | 28 635 |
| 2019 | -21 626 | 25 427 |
| 2020 | -14 931 | 22 380 |
| 2021 | -9 413 | 18 171 |
| 2022 | -5 734 | 15 971 |
| 2023 | -1 968 | 15 187 |
| 2024 | 535 | 13 990 |
| 2025 | 496 | 10 069 |
| 2026 | 1 559 | 7 652 |
| 2027 | 2 395 | 5 084 |
| 2028 | 2 917 | 4 884 |
| 2029 | 3 138 | 4 342 |
| 2030 | 2 748 | 3 588 |
| 2031 | 1 946 | 2 591 |
| 2032 | 1 657 | 2 506 |
| 2033 | 1 070 | 1 378 |
| 2034 | 913 | 550 |
| 2035 | 703 | 529 |

De novo escolheu-se um produto recentemente lançado do mercado, identificaram-se os riscos e os subriscos associados de acordo com as especificações técnica do CEIOPS.

Tal como nos produtos anteriores iremos evidenciar unicamente os riscos e subriscos relacionados que estão patentes no produto de risco sem participação de resultados escolhido para a análise de sensibilidade, isto é, aderência das matrizes de correlações.

No nosso exemplo estamos perante três grandes riscos de primeira ordem: de mercado, de vida e operacional. O primeiro grande risco analisado foi o de mercado (Mkt) em particular o subrisco associado, taxa de juro (Mkt_{int}).

Tal como nos exemplos anteriores, o valor encontrado para o Mkt_{int} é exactamente igual ao valor apurado para SCR_{mkt} , verifica-se porque não existe mais nenhum subrisco em estudo (Tabela 7.14).

Tabela 7.14: Seguro de Risco SPR: Risco de Mercado

| Ano | Mkt_{int} (Tx Juro) | $Mkteq$ (Ações) | $Mktprop$ (Imobiliário) | Mkt_{sp} (Spread) | Mkt_{conc} (Concentração) | Mkt_{fx} (Câmbio) | SCR_{mkt} (Mercado) |
|------|--------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|
| 2007 | 29 383 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 383 |
| 2008 | 23 426 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 426 |

De seguida, identificaram-se os subriscos de mortalidade ($Life_{mort}$), de descontinuidade ($Life_{lapse}$), de despesa ($Life_{exp}$) e catastrófico ($Life_{cat}$) como os subriscos associados aos riscos específicos do ramo vida (Life) do nosso produto de capitalização.

Na Tabela 7.15 e na Tabela 7.16 apresentam-se os valores apurados segundos as especificações do QIS4 para os subriscos específicos do ramo vida obtidos:

Tabela 7.15: Seguro de Risco SPR: SCR_{Life}

| Ano | SCR_{Life} |
|------|--------------|
| 2007 | 542 185 |
| 2008 | 91 701 |
| 2009 | 77 742 |
| 2010 | 66 904 |
| 2011 | 56 443 |
| 2012 | 46 867 |
| 2013 | 37 793 |
| 2014 | 29 889 |
| 2015 | 24 033 |
| 2016 | 20 030 |
| 2017 | 16 505 |
| 2018 | 13 309 |
| 2019 | 10 757 |
| 2020 | 8 610 |
| 2021 | 6 967 |
| 2022 | 5 698 |
| 2023 | 4 513 |
| 2024 | 3 528 |
| 2025 | 2 734 |
| 2026 | 2 244 |
| 2027 | 1 943 |
| 2028 | 1 609 |
| 2029 | 1 277 |
| 2030 | 939 |
| 2031 | 641 |
| 2032 | 388 |
| 2033 | 205 |
| 2034 | 142 |
| 2035 | 72 |

Tabela 7.16: Seguro de Risco SPR: Risco de Vida

| Ano | $Lifemort$ (Mortalidade) | $Lifelong$ (Longevidade) | $Lifedis$ (Invalidez) | $Lifelapse$ (Descontinuidade) | $Lifexp$ (Despesas) | $Liferev$ (Revisão) | $Lifecat$ (Catastrófico) |
|------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 2007 | 27 065 | 0 | 0 | 536 382 | 9 817 | 0 | 5 571 |
| 2008 | 25 930 | 0 | 0 | 82 328 | 8 907 | 0 | 5 541 |
| 2009 | 22 350 | 0 | 0 | 69 356 | 7 911 | 0 | 4 449 |
| 2010 | 19 934 | 0 | 0 | 59 406 | 7 113 | 0 | 2 385 |
| 2011 | 17 913 | 0 | 0 | 49 439 | 6 468 | 0 | 1 127 |
| 2012 | 16 021 | 0 | 0 | 40 312 | 5 811 | 0 | 468 |
| 2013 | 14 082 | 0 | 0 | 31 693 | 5 140 | 0 | 187 |
| 2014 | 11 932 | 0 | 0 | 24 410 | 4 453 | 0 | 62 |
| 2015 | 10 206 | 0 | 0 | 19 087 | 3 885 | 0 | 14 |
| 2016 | 9 201 | 0 | 0 | 15 346 | 3 463 | 0 | 2 |
| 2017 | 8 365 | 0 | 0 | 11 946 | 3 105 | 0 | 0 |
| 2018 | 7 531 | 0 | 0 | 8 840 | 2 752 | 0 | 0 |
| 2019 | 6 647 | 0 | 0 | 6 488 | 2 409 | 0 | 0 |
| 2020 | 5 829 | 0 | 0 | 4 479 | 2 113 | 0 | 0 |
| 2021 | 5 201 | 0 | 0 | 2 824 | 1 856 | 0 | 0 |
| 2022 | 4 527 | 0 | 0 | 1 720 | 1 612 | 0 | 0 |
| 2023 | 3 844 | 0 | 0 | 590 | 1 356 | 0 | 0 |
| 2024 | 3 091 | 0 | 0 | 0 | 1 096 | 0 | 0 |
| 2025 | 2 346 | 0 | 0 | 0 | 884 | 0 | 0 |
| 2026 | 1 937 | 0 | 0 | 0 | 748 | 0 | 0 |
| 2027 | 1 686 | 0 | 0 | 0 | 631 | 0 | 0 |
| 2028 | 1 403 | 0 | 0 | 0 | 511 | 0 | 0 |
| 2029 | 1 122 | 0 | 0 | 0 | 391 | 0 | 0 |
| 2030 | 829 | 0 | 0 | 0 | 282 | 0 | 0 |
| 2031 | 563 | 0 | 0 | 0 | 196 | 0 | 0 |
| 2032 | 343 | 0 | 0 | 0 | 115 | 0 | 0 |
| 2033 | 181 | 0 | 0 | 0 | 60 | 0 | 0 |
| 2034 | 127 | 0 | 0 | 0 | 38 | 0 | 0 |
| 2035 | 67 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 |

Uma vez que estamos perante um produto com apenas dois grandes riscos, SCR_{mkt} e SCR_{life} , em que o primeiro risco é constituído por apenas um subrisco e o segundo por quatro subrisco, achamos que seria interessante estudar o impacto de possíveis variações às matrizes standard.

No primeiro momento analisamos a margem de risco, face às possíveis alterações na correlação entre $Lifemort$, $Lifelapse$, $Lifexp$ e $Lifexp$, ($Corr(Lifemort, Lifelapse)$, $Corr(Lifemort, Lifexp)$, $Corr(Lifemort, Lifecat)$, $Corr(Lifelapse, Lifexp)$, $Corr(Lifelapse, Lifecat)$, $Corr(Lifecat, Lifexp)$), e a correlação entre SCR_{mkt} e SCR_{life} ($Corr(SCR_{mkt}, SCR_{life})$), tendo como pressuposto inalterado o cálculo do Risco Operacional (30%) e o valor de 6% da metodologia *Cost of Capital* uma vez que a sua diminuição ou aumento teria associado uma diminuição ou um aumento directo na margem de risco.

Gostávamos ainda de salientar, que se realizou uma análise de sensibilidade aos valores standard do Qis4 para o Risco Operacional e para *Cost of Capital*. A conclusão foi evidente, pois ao aumentarmos os valores aumentamos de forma evidente o valor do Capital e de forma análogo ao diminuir os valores standard diminui-se o Capital necessário.

Por questões de organização deste documento e pela dimensão de todas as combinações possíveis optou-se por apresentar apenas os quadros (Tabela 7.17 e Tabela 7.18) relativos as matrizes standard do QIS4 uma vez que os valores obtidos nas margens de risco variam entre €13 979 e €34 853. O valor da Margem de risco segundo os valores standard é de €27 834.

Tabela 7.17: Seguro de Risco SPR: Resumo SCR

| BSCR | | | | | | |
|----------------------|-------------|---------------|--------------|----------------|------------|---------|
| SCR - Capital Mínimo | | | | | | |
| Ano | SCR_{mkt} | SCR_{def} | SCR_{life} | SCR_{health} | SCR_{nl} | SCR |
| | (Mercado) | (Contraparte) | (Vida) | (Saúde) | (Não Vida) | |
| 2007 | 29 383 | 0 | 542 185 | 0 | 0 | 550 266 |
| 2008 | 23 426 | 0 | 91 701 | 0 | 0 | 100 159 |
| 2009 | 0 | 0 | 77 742 | 0 | 0 | 77 742 |
| 2010 | 0 | 0 | 66 904 | 0 | 0 | 66 904 |
| 2011 | 0 | 0 | 56 443 | 0 | 0 | 56 443 |
| 2012 | 0 | 0 | 46 867 | 0 | 0 | 46 867 |
| 2013 | 0 | 0 | 37 793 | 0 | 0 | 37 793 |
| 2014 | 0 | 0 | 29 889 | 0 | 0 | 29 889 |
| 2015 | 0 | 0 | 24 033 | 0 | 0 | 24 033 |
| 2016 | 0 | 0 | 20 030 | 0 | 0 | 20 030 |
| 2017 | 0 | 0 | 16 505 | 0 | 0 | 16 505 |
| 2018 | 0 | 0 | 13 309 | 0 | 0 | 13 309 |
| 2019 | 0 | 0 | 10 757 | 0 | 0 | 10 757 |
| 2020 | 0 | 0 | 8 610 | 0 | 0 | 8 610 |
| 2021 | 0 | 0 | 6 967 | 0 | 0 | 6 967 |
| 2022 | 0 | 0 | 5 698 | 0 | 0 | 5 698 |
| 2023 | 0 | 0 | 4 513 | 0 | 0 | 4 513 |
| 2024 | 0 | 0 | 3 528 | 0 | 0 | 3 528 |
| 2025 | 0 | 0 | 3 734 | 0 | 0 | 3 734 |
| 2026 | 0 | 0 | 2 244 | 0 | 0 | 2 244 |
| 2027 | 0 | 0 | 1 943 | 0 | 0 | 1 943 |
| 2028 | 0 | 0 | 1 609 | 0 | 0 | 1 609 |
| 2029 | 0 | 0 | 1 277 | 0 | 0 | 1 277 |
| 2030 | 0 | 0 | 939 | 0 | 0 | 939 |
| 2031 | 0 | 0 | 641 | 0 | 0 | 641 |
| 2032 | 0 | 0 | 388 | 0 | 0 | 388 |
| 2033 | 0 | 0 | 205 | 0 | 0 | 205 |
| 2034 | 0 | 0 | 142 | 0 | 0 | 142 |
| 2035 | 0 | 0 | 72 | 0 | 0 | 72 |

Tabela 7.18: Seguro de Risco SPR: SCR_{Total}

| Ano | SCR_{op} | SCR_{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Actualizado do Custo Capital |
|------|------------|---------------|-------|-----------|------------------------------------|
| 2007 | 0 | 550 266 | - | - | - |
| 2008 | 3 746 | 103 905 | 6 234 | 4,07% | 5 991 |
| 2009 | 3 419 | 81 161 | 4 870 | 3,96% | 4 505 |
| 2010 | 2 785 | 69 689 | 4 181 | 4,04% | 3 713 |
| 2011 | 2 441 | 58 884 | 3 533 | 4,10% | 3 008 |
| 2012 | 2 211 | 49 078 | 2 945 | 4,12% | 2 407 |
| 2013 | 2 136 | 39 929 | 2 396 | 4,20% | 1 872 |
| 2014 | 1 976 | 31 865 | 1 912 | 4,26% | 1 428 |
| 2015 | 1 524 | 25 556 | 1 533 | 4,29% | 1 096 |
| 2016 | 1 039 | 21 070 | 1 264 | 4,30% | 866 |
| 2017 | 915 | 17 420 | 1 045 | 4,33% | 684 |
| 2018 | 859 | 14 168 | 850 | 4,38% | 530 |
| 2019 | 763 | 11 520 | 691 | 4,43% | 411 |
| 2020 | 671 | 9 281 | 557 | 4,49% | 315 |
| 2021 | 545 | 7 512 | 451 | 4,54% | 242 |
| 2022 | 479 | 6 177 | 371 | 4,59% | 189 |
| 2023 | 456 | 4 969 | 298 | 4,59% | 145 |
| 2024 | 420 | 3 948 | 237 | 4,60% | 110 |
| 2025 | 302 | 3 036 | 182 | 4,60% | 81 |
| 2026 | 230 | 2 473 | 148 | 4,61% | 63 |
| 2027 | 153 | 2 095 | 126 | 4,62% | 51 |
| 2028 | 147 | 1 755 | 105 | 4,61% | 41 |
| 2029 | 130 | 1 408 | 84 | 4,61% | 31 |
| 2030 | 108 | 1 047 | 63 | 4,61% | 22 |
| 2031 | 78 | 719 | 43 | 4,61% | 15 |
| 2032 | 75 | 463 | 28 | 4,61% | 9 |
| 2033 | 41 | 246 | 15 | 4,61% | 5 |
| 2034 | 16 | 158 | 9 | 4,61% | 3 |
| 2035 | 16 | 88 | 5 | 4,60% | 1 |

Uma conclusão interessante que obtivemos em relação aos possíveis valores $(]-1,1[)$ das correlações analisadas é que o sinal da correlação poderá influenciar:

- por um lado, um acréscimo ou um decréscimo (apesar da maioria dos casos ser insignificativo) consoante o sinal da correlação fosse ou positivo ou negativo;
- por outro lado, o valor da correlação quer positiva, quer negativa, poderá impossibilitar o cálculo matemático da margem de Risco. Como por exemplo estas situações que se pode observar nas Tabelas 7.19 e 7.20.

Tabela 7.19: Matriz de Correlação: Exemplo 1

| Correlação | mkt | life | mort | lapse | exp | cat |
|------------|-------|------|-----------------|--------|-----|-----|
| mkt | 1 | | | | | |
| life | -0.99 | 1 | | | | |
| mort | ∀ | ∀ | 1 | | | |
| lapse | ∀ | ∀ | (-.99 ou -0.75) | 1 | | |
| exp | ∀ | ∀ | <>0.99 | <>0.99 | 1 | |
| cat | ∀ | ∀ | ∀ | ∀ | ∀ | 1 |

Tabela 7.20: Matriz de Correlação: Exemplo 2

| Correlação | mkt | life | mort | lapse | exp | cat |
|------------|------|------|-------------------------------|--------|-----|-----|
| mkt | 1 | | | | | |
| life | 0.99 | 1 | | | | |
| mort | ∀ | ∀ | 1 | | | |
| lapse | ∀ | ∀ | (-.99 ou -0.75) | 1 | | |
| exp | ∀ | ∀ | <>(0, 0.25, 0.5, 0.75 e 0.99) | <>0.99 | 1 | |
| cat | ∀ | ∀ | ∀ | ∀ | ∀ | 1 |

A título de conclusão da análise de sensibilidade realizada às possíveis combinações entre os riscos SCR_{mkt} , SCR_{life} e os subriscos ($Life_{mort}$, $Life_{lapse}$, $Life_{exp}$, $Life_{cat}$), apesar de se verificarem diferenças não nos parece que exista uma base matemática forte que nos permita dizer que um determinado valor da correlação é ou não melhor. Também não nos podemos esquecer que as autoridades reguladoras não aceitam margens de risco inferiores à margem de risco standard.

Capítulo 8

Considerações Finais

A tentativa de implementação do projecto Solvência II fez com que as seguradoras se deparassem com a falta de harmonização de terminologias e de procedimentos, essenciais para produzir a informação de base para uma boa execução do referido projecto.

Estes problemas não serão intransponíveis, mas tal como em todas as questões de cariz informacional e tecnológico, torna-se imperativo que exista uma visão estrutural e um macro planeamento de forma a evitar o facilitismo da implementação de medidas pontuais ou meramente conjunturais.

O principal objectivo do presente trabalho foi determinar a margem de risco associada aos vários tipos de riscos, seguindo as instruções de cálculo sugeridas nos documentos metodológicos disponibilizados pelo CEIOPS. Contudo como utilizadores finais, sentimos alguma falta de segurança na aplicabilidade das matrizes de correlação apresentadas devido a inexistência de fundamentações teóricas.

Faz parte do senso comum e do conhecimento geral da área, que a actividade seguradora está sujeita a diversos riscos, sabendo-se também que alguns deles terão um maior impacto do que outros na mesma, e que existirão fortes correlações (quer negativas, quer positivas) entre os vários riscos de naturezas diversas.

O modelo Solvência II, em particular no QIS4, pressupõe uma grande liberdade na construção de Modelos Internos (quer parciais, quer integrais) o que resulta também numa certa falta de orientações específicas nesta matéria. Esta situação pode tornar-

se uma nova fonte de discordância de pressupostos não só ao nível dos vários países comunitários, mas mesmo ao nível das diversas companhias de Seguros.

Esta falta de orientação, permite que a criação de um modelo interno passe apenas por pequenas alterações nas matrizes standard ou, em casos quase opostos, na criação de um modelo estatístico mais completo que permita prever o impacto das diversas combinações possíveis entre os vários riscos identificados no QIS4.

A nosso ver as matrizes de correlações disponibilizadas em qualquer um dos QIS estudados carecem de fundamentação teórica. Se o histórico da actividade seguradora parece indicar que determinados riscos estarão mais correlacionados do que outros, não existe nenhum estudo aprofundado que fundamente a correlação pressuposta. A possibilidade de correlações desconhecidas ou não determinadas não deve ser esquecida.

No nosso estudo tivemos em atenção apenas a análise de sensibilidade a Matriz de Correlações Standard do Qis4, mas pensamos que seria de interesse de trabalhos futuros encontrar uma Matriz de Correlação específica de acordo com histórico do Produto. E na sequência uma análise comparativa da Matriz obtida com a Matriz Standard.

Os últimos acontecimentos têm demonstrado a fragilidade das instituições e mecanismos reguladores da actividade bancária, que se encontram na base do modelo Basileia II. Por contágio, todos os sistemas reguladores da actividade económica têm vindo a ser posto em causa pela opinião pública.

Apesar da implementação da Solvência II ter gerado uma sobrecarga financeira para as seguradores e ter provocado fortes reacções na comunidade seguradora, esta encarou-a também como um momento impulsionador de verdadeiras oportunidades de mercado e não apenas como um desafio de regulação.

Assim sendo, na nossa opinião, o modelo da Solvência II deveria sofrer uma reformulação de alguns conceitos e principalmente um reavaliação ao nível da criação das tipologias, de classificação e de medição dos vários riscos inerentes à actividade seguradora, uma vez que na génese da sua metodologia de trabalho se encontra o Projecto Basileia II.

Bibliografia

- [1] Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J-M., and Heath. D. (1997). Thinking coherently. *Risk* 10, pp. 68-71.
- [2] Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J-M., and Heath. D. (1999). Application of Coherent Risk Measures to Capital Requirements in Insurance. *North American Actuarial Journal* 3, pp. 11-25.
- [3] Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J-M., and Heath. D. (1999). Coherent Measures of risk. *Mathematical Finance* 9, pp. 203-228.
- [4] Barnett, V. and Lewis, T. (1994). Outliers in Statistical Data. *John Wiley & Sons*.
- [5] Beirlant, J., Teugels, J. L. and Vynckier, P. (1996). Practical Analysis of Extreme Values. *Leuven University Press*.
- [6] Boletim trimestral da Associação Portuguesa de Seguradores, 1º trimestre de 2006.
- [7] Boletim trimestral da Associação Portuguesa de Seguradores, 2º trimestre de 2006.
- [8] Bravo, Jorge (2007). ábuas de Mortalidade Contemporâneas e Prospectivas: Modelos Estocásticos, Aplicações Actuarias e Cobertura do Risco de Longevidade, Tese de Doutoramento. *Universidade de Évora*.
- [9] Caravina, Maria Teresa Palos (2005). Solvência II - um incentivo ao desenvolvimento de modelos internos de gestão de riscos - aplicação a uma companhia de seguros não vida, Tese de Mestrado em Gestão MBA. *Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa*.
- [10] CEIOPS-FS-08/05: Preparatory Field Study for Life Insurance Firms.
- [11] CEIOPS-FS-12/05: QIS1 Cover Note.
- [12] CEIOPS-FS-11/05: QIS1 Specification Technical Provisions.

-
- [13] CEIOPS-FS-10/05Rev1: QIS1 Qualitative Questionnaire.
 - [14] CEIOPS-FS-09/05Rev1: QIS1 Spreadsheet Guidance.
 - [15] CEIOPS-FS-01/06: QIS1 Summary report.
 - [16] CEIOPS-FS-06/06: QIS2 Cover Note.
 - [17] CEIOPS-PI-08/06: QIS2 Technical Specifications
 - [18] CEIOPS-FS-07/06: QIS2 Additional Information Requests
 - [19] CEIOPS-FS-08/06: QIS2 Spreadsheet Instructions
 - [20] CEIOPS-FS-12/06: QIS2 List of Methodological Issues Raised by participants and supervisors
 - [21] CEIOPS-SEC-71/06S: QIS2 Summary Report
 - [22] CEIOPS-FS-10/07: QIS3 Cover Note
 - [23] CEIOPS-FS-11/07: QIS3 Technical Specifications Part I: Instructions
 - [24] CEIOPS-FS-12/07: QIS3 Technical Specifications Part II: Background Information
 - [25] CEIOPS-FS-13/07: QIS3 Annexes.
 - [26] CEIOPS-DOC-23/07 Rev 2: QIS4 Technical Specifications.
 - [27] CEIOPS-SEC-20/2008: Rationale for the additional advice by CEIOPS on QIS4 specifications.
 - [28] CEIOPS-DOC-20g/08: QIS4 Best Estimate Valuation Tool - User's Guide and Functionality Overview
 - [29] Comissão das Comunidades Europeias (2007/0143). Proposta de directiva do parlamento europeu e do conselho aos seguros de vida ao acesso à actividade de seguros e resseguros e ao seu exercício Solvência II.
 - [30] Comissão das Comunidades Europeias (2008). QIS4 Technical Specifications (MARKT/2505/08).

-
- [31] Dias, Eduardo (2006). Fair value - Princípios e aplicações a uma carteira de seguros do ramo vida, Tese de Mestrado em Ciências Actuarias. *Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa*.
- [32] Evans, M., Hastings, N. and Peacock, B. (1993). Statistical Distributions. *John Wiley & Sons*.
- [33] Everitt, B. S. and Hothorn, T. (2006). A Handbook of Statistical Analysis using R. *Chapman & Hall/CRC*.
- [34] Gomes, M. I. e Barão, M. I. (1999). Controlo Estatístico de Qualidade. *Sociedade Portuguesa de Estatística*
- [35] Holton, Glyn A. (2003). Value-at-risk: theory and practice. *Edition: illustrated, reprint Published by Academic Press*
- [36] International Actuarial Association (2004), A Global Framework for Insurer Solvency Assessment. *International Actuarial Association, Ottawa*.
- [37] Instituto de Seguros de Portugal (2007). Solvência II - Estudos de impacto quantitativo QIS2.
- [38] Jorion, P. (2001). Value at Risk. *McGraw-Hill, New York*.
- [39] Federal Office of Private Insurance (2006). The Swiss Experience with Market Consistent Technical Provisions - the Cost of Capital Approach
- [40] Fédération Française des Sociétés d'Assurance (2006). Regulatory capital on insurers asset allocation & time horizons of their guarantess
- [41] Kleiber, C. and Kotz, S. (2003). Statistical Size Distributions in Economics and Actuarial Sciences. *John Wiley & Sons*.
- [42] Murteira, Bento J. F. (1993): Análise Exploratória de Dados - Estatística Descritiva, McGraw-Hill, Lisboa.
- [43] Panger, H. (2002). Measurent of risk, solvency requirements and allocation of capital within financial conglomerates. *AFIRT/ICA, Cancun, México*.
- [44] Pestana, Dinis, Velosa, Sílvia (2002) Introdução à Probabilidade e à Estatística, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Vol. I.

- [45] Pimenta, Ana Rita Almas (2007). Aplicação do Dynamic Financial Analysis ao ramo vida, Tese de Mestrado em Ciências Actuarias. *Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa*.
- [46] R Development Core Team (2005). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- [47] Rosado, F. (2006). Outliers em Dados Estatísticos. *Sociedade Portuguesa de Estatística*.
- [48] Simões, Ana Luísa Madeira (2007). Análise de modelos de solvência no âmbito do projecto Solvência II - desenvolvimento de um modelo interno parcial numa companhia de seguros não vida, Tese de Mestrado em Ciências Actuarias. *Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa*.
- [49] Turkman, M. A. A. e Silva, G. L. (2000). Modelos Lineares Generalizados. *Sociedade Portuguesa de Estatística*.
- [50] Roberto Westenberger (2009). O que todo atuário deve saber sobre SolvênciaII, *Encontro Nacional de Actuários*.
- [51] Wirch, J. e Hardy, M. (1999). A Synthesis of Risk Measures for Capital Adequacy, *Insurance: Mathematics and Economics*, 25, pp. 337-347.

Documentação Online:

http://ec.europa.eu/internal_market/insurance/solvency/index_en.htm
<http://www.pwc.com/Extweb/industry.nsf/docid/26008571EFE45E9285257148007BAECF>
<http://www.solvency-2.com/>
<http://www.cea.eu/index.php?page=solvency-ii>
<http://www.fsa.gov.uk/pages/About/What/International/solvency/index.shtml>
<http://www.ceiops.eu/content/view/118/124/>
<http://www.apseguradores.pt/solvencia/index.htm>
<http://www.ffiec.gov/qis4/>

Capítulo 9

Anexos

9.1 Seguro de Capitalização Sem Participação nos Resultados

9.1.1 Análise Estatística: Figuras e Tabelas

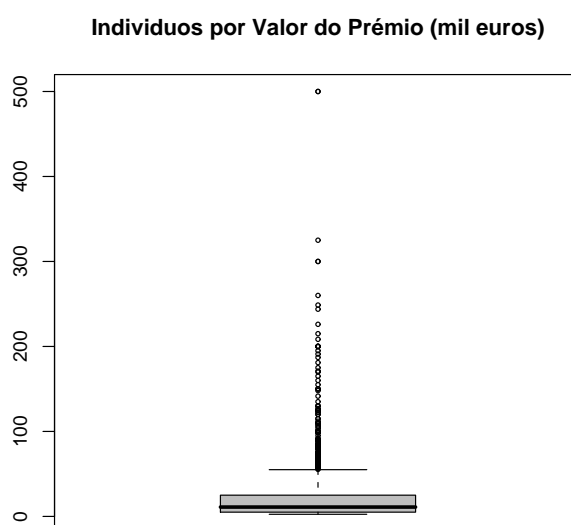


Figura 9.1: Seguro de Capitalização SPR: *Boxplot* da variável Prémio.

Tabela 9.1: Seguro de Capitalização SPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas para a variável Prémio.

| Principais Estatísticas | Total | Homens | Mulheres |
|-------------------------|---------|---------|----------|
| Mínimo | 2.500 | 2.500 | 2.500 |
| 1º Q | 5.000 | 5.078 | 5.000 |
| Mediana | 11.000 | 13.000 | 10.000 |
| Média | 19.800 | 21.570 | 17.610 |
| 3º Q | 25.000 | 25.000 | 23.000 |
| Máximo | 500.000 | 500.000 | 243.800 |
| Coef. Simetria | 6,1 | 6,3 | 4,1 |
| Coef. Achatamento | 71,7 | 71,6 | 28,1 |

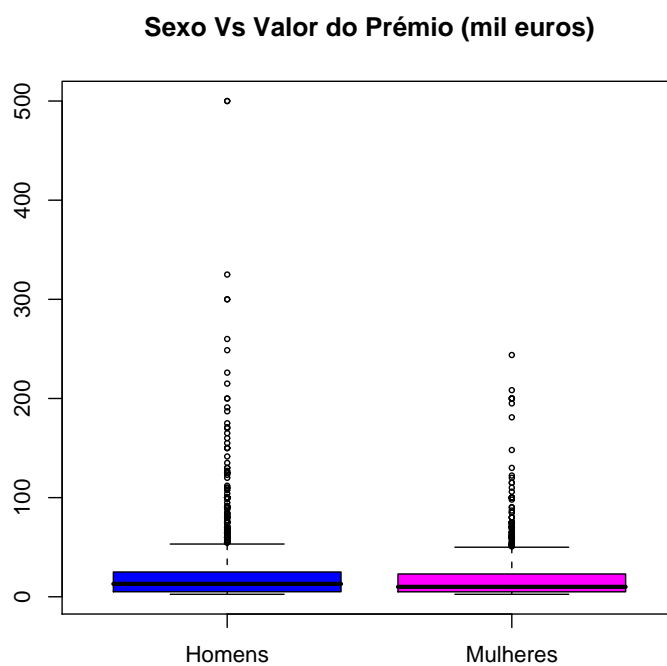


Figura 9.2: Seguro de Capitalização SPR: *Boxplot* da variável Prémio (subpopulações Homens e Mulheres).

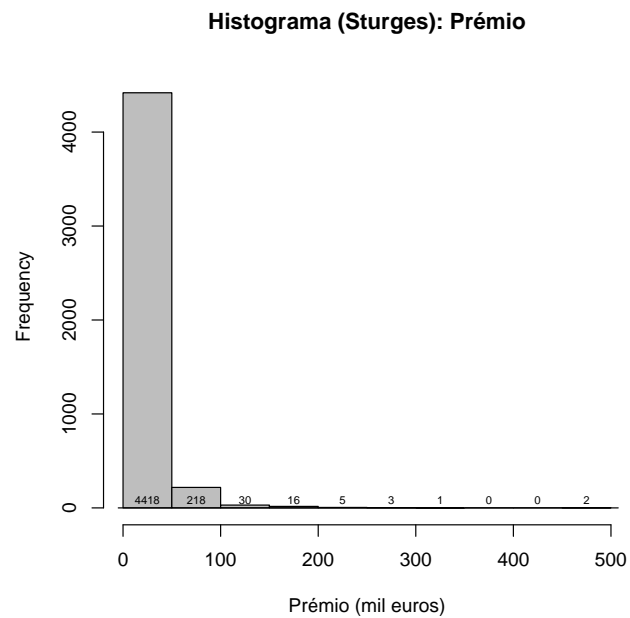


Figura 9.3: Seguro de Capitalização SPR: Histograma da variável Prémio.

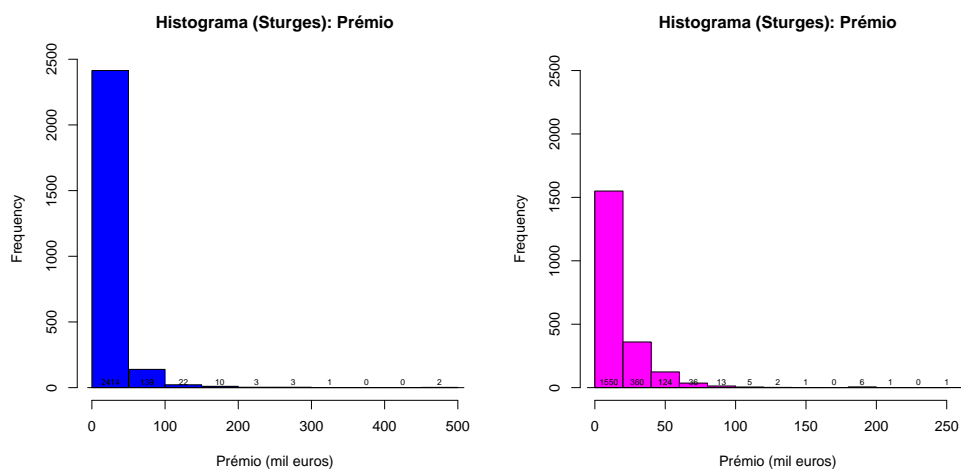


Figura 9.4: Seguro de Capitalização SPR: Histograma da variável Prémio (subpopulações Homens e Mulheres).

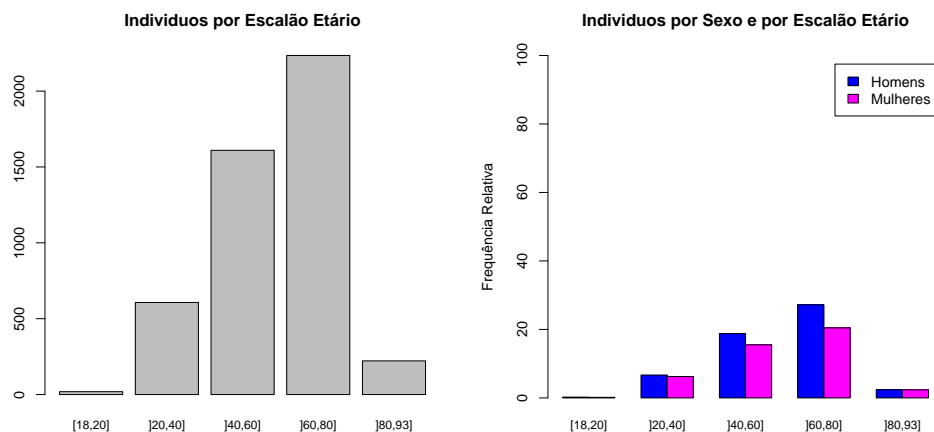


Figura 9.5: Seguro de Capitalização SPR: Número de indivíduos por Escalão Etário.

Tabela 9.2: Seguro de Capitalização SPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas para a variável Prémio (subpopulações Homens e Mulheres).

| | [18,20] |]20,40] |]40,60] |]60,80] |]80,93] |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Homens | 0,23% | 6,69% | 18,79% | 27,17% | 2,39% |
| Mulheres | 0,17% | 6,24% | 15,52% | 20,46% | 2,34% |

Tabela 9.3: Seguro de Capitalização SPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas da subpopulação Homens para a variável Prémio Vs Escalão Etário.

| Principais Estatísticas | [18,20] |]20,40] |]40,60] |]60,80] |]80,93] |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Mínimo | 2.500 | 2.500 | 2.500 | 2.500 | 2.500 |
| 1º Q | 2.750 | 4.500 | 6.000 | 6.000 | 6.300 |
| Mediana | 5.000 | 8.856 | 15.000 | 15.000 | 15.000 |
| Média | 6.259 | 13.860 | 22.370 | 22.850 | 23.760 |
| 3º Q | 6.674 | 19.750 | 30.000 | 26.000 | 30.000 |
| Máximo | 20.000 | 100.000 | 300.000 | 500.000 | 175.000 |
| Coef. Simetria | 1,85 | 9,1 | 27,2 | 75,39 | 10,74 |
| Coef. Achatamento | 1,66 | 2,73 | 4,04 | 6,91 | 2,71 |
| Nº Outliers | 1 | 16 | 43 | 80 | 8 |

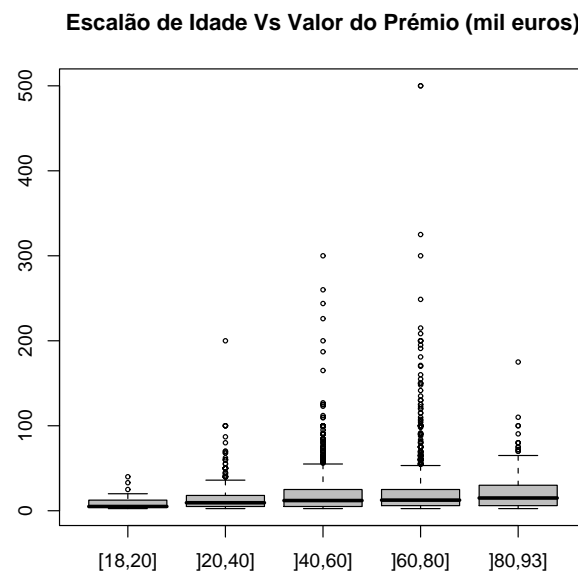


Figura 9.6: Seguro de Capitalização SPR: Escalão Etário Vs Valor do Prémio (mil €).

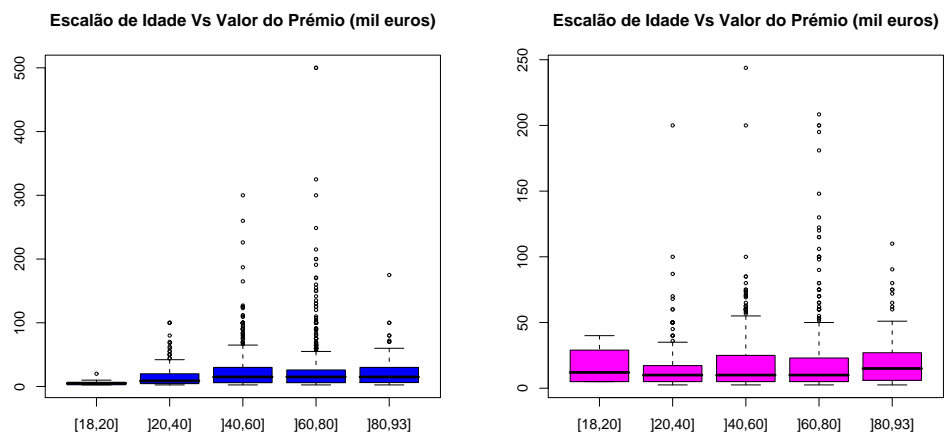


Figura 9.7: Seguro de Capitalização SPR: Escalão Etário Vs Valor do Prémio das subpopulações Homens e Mulheres (mil €).

Tabela 9.4: Seguro de Capitalização SPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas da subpopulação Mulheres para a variável Prémio Vs Escalão Etário.

| Principais Estatísticas | [18,20] |]20,40] |]40,60] |]60,80] |]80,93] |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Mínimo | 5.000 | 2.500 | 2.500 | 2.500 | 2.500 |
| 1º Q | 5.000 | 5.000 | 5.000 | 5.000 | 6.250 |
| Mediana | 12.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 15.000 |
| Média | 17.120 | 13.940 | 16.980 | 18.730 | 21.770 |
| 3º Q | 27.000 | 17.200 | 25.000 | 23.000 | 26.880 |
| Máximo | 40.000 | 200.000 | 243.800 | 208.400 | 110.000 |
| Coef. Simetria | -1,62 | 42,09 | 37,89 | 23,32 | 3,54 |
| Coef. Achatamento | 0,49 | 5,1 | 4,41 | 3,98 | 1,81 |
| Nº Outliers | — | 20 | 27 | 44 | 9 |

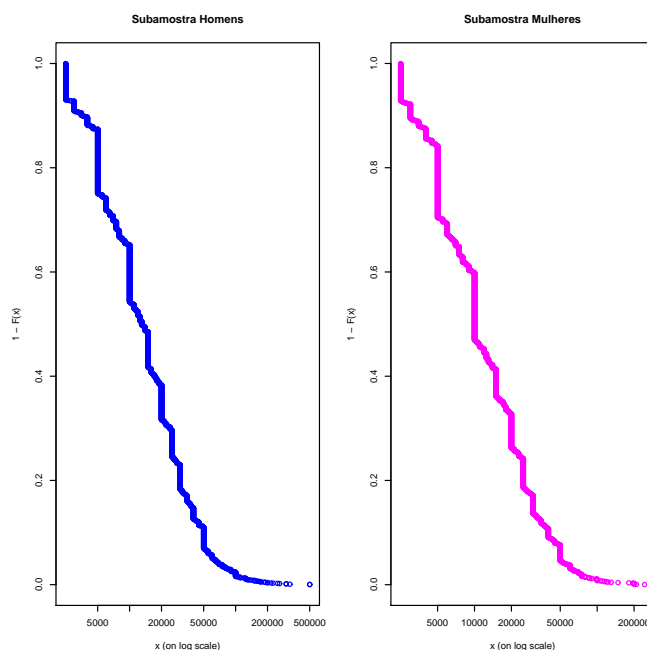


Figura 9.8: Seguro de Capitalização SPR: Função de distribuição empírica das subpopulações Homens e Mulheres.

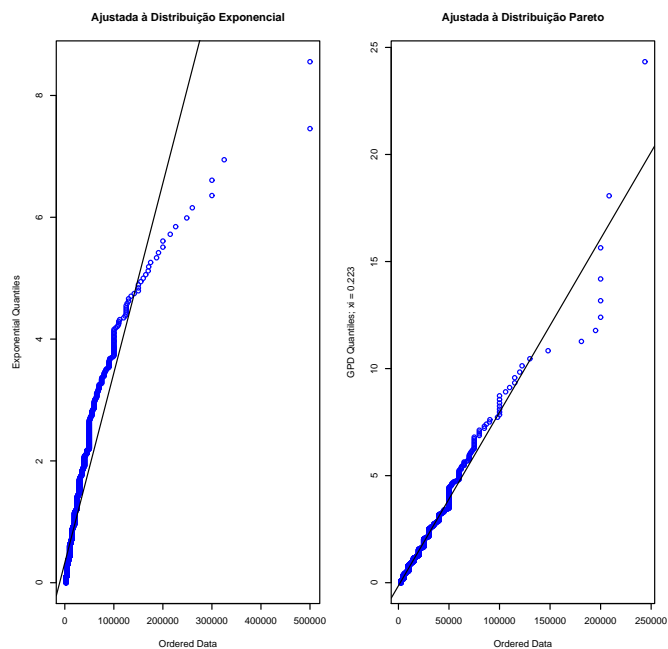


Figura 9.9: Seguro de Capitalização SPR: Variável Prémio Ajustada à Distribuição Pareto (subpopulação Homens).

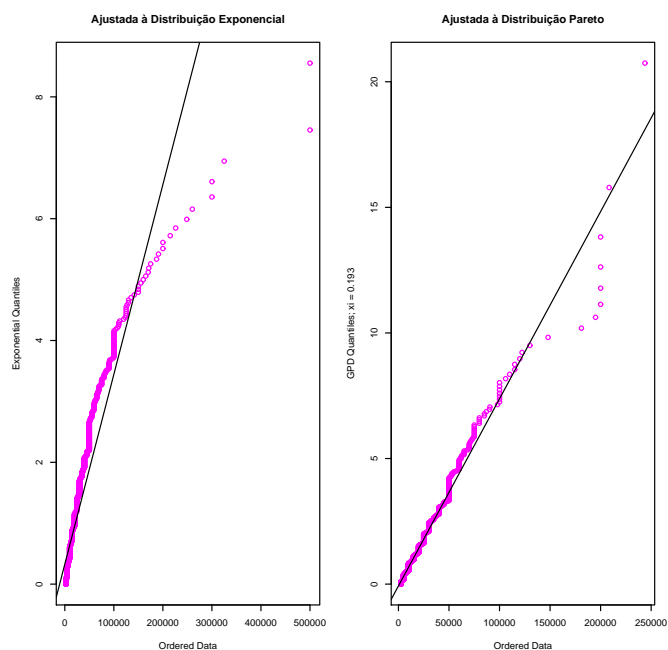


Figura 9.10: Seguro de Capitalização SPR: Variável Prémio Ajustada à Distribuição Pareto (subpopulação Mulheres).

Tabela 9.5: Seguro de Capitalização SPR: Tabela resumo das estatísticas de teste t .

| | glm.Total |
|---|--------------------------|
| Intercept | 121,929 ^(***) |
| Idade | 7,396 ^(***) |
| SexoMulheres | -5,231 ^(***) |
| Null Deviance | 4509,8 |
| Degrees of Freedom | 4692 |
| Residual Deviance | 4382,6 |
| Degrees of Freedom | 4690 |
| AIC | 102066 |
| Nº Fisher Iterations | 5 |
| Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 | |

9.1.2 QIS4: Tabelas

Tabela 9.6: Seguro de Capitalização SPR: Simulação Corr=0.99

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.99 | SCR Corr _(mkt,life) = 0.99 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|---|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 635 976 | 9 347 833 | 276 189 | 9 624 022 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 388 501 | 9 068 945 | 277 326 | 9 346 271 | 560 776 | 4.07% | 538 861 | |
| 2009 | - | 17 181 245 | 17 181 245 | 277 988 | 17 459 233 | 1 047 554 | 3.96% | 969 193 | |
| 2010 | - | 16 956 227 | 16 956 227 | 279 575 | 17 235 801 | 1 034 148 | 4.04% | 918 347 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 443 521 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.99 | SCR Corr _(mkt,life) = 0.75 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|---|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 635 976 | 12 605 730 | 276 189 | 12 881 919 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 388 501 | 12 371 534 | 277 326 | 12 648 860 | 758 932 | 4.07% | 729 272 | |
| 2009 | - | 17 181 245 | 17 181 245 | 277 988 | 17 459 233 | 1 047 554 | 3.96% | 969 193 | |
| 2010 | - | 16 956 227 | 16 956 227 | 279 575 | 17 235 801 | 1 034 148 | 4.04% | 918 347 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 633 932 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.99 | SCR Corr _(mkt,life) = 0.5 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|--|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 635 976 | 15 277 662 | 276 189 | 15 553 851 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 388 501 | 15 060 356 | 277 326 | 15 337 682 | 920 261 | 4.07% | 884 297 | |
| 2009 | - | 17 181 245 | 17 181 245 | 277 988 | 17 459 233 | 1 047 554 | 3.96% | 969 193 | |
| 2010 | - | 16 956 227 | 16 956 227 | 279 575 | 17 235 801 | 1 034 148 | 4.04% | 918 347 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 788 956 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.99 | SCR Corr _(mkt,life) = 0.25 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|---|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 635 976 | 17 547 350 | 276 189 | 17 823 539 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 388 501 | 17 337 063 | 277 326 | 17 614 389 | 1 056 863 | 4.07% | 1 015 561 | |
| 2009 | - | 17 181 245 | 17 181 245 | 277 988 | 17 459 233 | 1 047 554 | 3.96% | 969 193 | |
| 2010 | - | 16 956 227 | 16 956 227 | 279 575 | 17 235 801 | 1 034 148 | 4.04% | 918 347 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 920 220 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.99 | SCR Corr _(mkt,life) =0 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|--------------------------------------|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 635 976 | 19 555 358 | 276 189 | 19 831 547 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 388 501 | 19 347 693 | 277 326 | 19 625 019 | 1 177 501 | 4.07% | 1 131 484 | |
| 2009 | - | 17 181 245 | 17 181 245 | 277 988 | 17 459 233 | 1 047 554 | 3.96% | 969 193 | |
| 2010 | - | 16 956 227 | 16 956 227 | 279 575 | 17 235 801 | 1 034 148 | 4.04% | 918 347 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 036 144 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.99 | SCR Corr _(mkt,life) =0.25 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|---|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 635 976 | 21 375 560 | 276 189 | 21 651 749 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 388 501 | 21 168 200 | 277 326 | 21 445 526 | 1 286 732 | 4.07% | 1 236 445 | |
| 2009 | - | 17 181 245 | 17 181 245 | 277 988 | 17 459 233 | 1 047 554 | 3.96% | 969 193 | |
| 2010 | - | 16 956 227 | 16 956 227 | 279 575 | 17 235 801 | 1 034 148 | 4.04% | 918 347 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 141 105 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.99 | SCR Corr _(mkt,life) =0.5 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|--|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 635 976 | 23 052 485 | 276 189 | 23 328 675 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 388 501 | 22 844 083 | 277 326 | 23 121 409 | 1 387 285 | 4.07% | 1 333 069 | |
| 2009 | - | 17 181 245 | 17 181 245 | 277 988 | 17 459 233 | 1 047 554 | 3.96% | 969 193 | |
| 2010 | - | 16 956 227 | 16 956 227 | 279 575 | 17 235 801 | 1 034 148 | 4.04% | 918 347 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 237 729 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.99 | SCR Corr _(mkt,life) =0.75 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|---|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 635 976 | 24 615 435 | 276 189 | 24 891 624 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 388 501 | 24 405 155 | 277 326 | 24 682 481 | 1 480 949 | 4.07% | 1 423 073 | |
| 2009 | - | 17 181 245 | 17 181 245 | 277 988 | 17 459 233 | 1 047 554 | 3.96% | 969 193 | |
| 2010 | - | 16 956 227 | 16 956 227 | 279 575 | 17 235 801 | 1 034 148 | 4.04% | 918 347 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 327 732 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.99 | SCR Corr _(mkt,life) =0.99 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|---|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 110 891 | 24 104 356 | 276 189 | 24 380 545 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 16 965 404 | 23 993 592 | 277 326 | 24 270 918 | 1 456 255 | 4.07% | 1 399 344 | |
| 2009 | - | 16 863 608 | 16 863 608 | 277 988 | 17 141 596 | 1 028 496 | 3.96% | 951 561 | |
| 2010 | - | 16 765 090 | 16 765 090 | 279 575 | 17 044 665 | 1 022 680 | 4.04% | 908 163 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 276 187 |

Tabela 9.7: Seguro de Capitalização SPR: Simulação Corr=0.75

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(bpse,exp) =0.75 | SCR Corr _(mkt,life) =-0.99 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|--|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 467 408 | 9 180 666 | 276 189 | 9 456 855 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 252 418 | 8 934 070 | 277 326 | 9 211 396 | 552 684 | 4.07% | 531 085 | |
| 2009 | - | 17 078 875 | 17 078 875 | 277 988 | 17 356 863 | 1 041 412 | 3.96% | 963 511 | |
| 2010 | - | 16 894 474 | 16 894 474 | 279 575 | 17 174 048 | 1 030 443 | 4.04% | 915 057 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 426 771 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(bpse,exp) =0.75 | SCR Corr _(mkt,life) =-0.75 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|--|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 467 408 | 12 454 856 | 276 189 | 12 731 045 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 252 418 | 12 250 409 | 277 326 | 12 527 735 | 751 664 | 4.07% | 722 289 | |
| 2009 | - | 17 078 875 | 17 078 875 | 277 988 | 17 356 863 | 1 041 412 | 3.96% | 963 511 | |
| 2010 | - | 16 894 474 | 16 894 474 | 279 575 | 17 174 048 | 1 030 443 | 4.04% | 915 057 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 617 976 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(bpse,exp) =0.75 | SCR Corr _(mkt,life) =-0.5 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|---|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 467 408 | 15 129 899 | 276 189 | 15 406 089 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 252 418 | 14 941 711 | 277 326 | 15 219 037 | 913 142 | 4.07% | 877 456 | |
| 2009 | - | 17 078 875 | 17 078 875 | 277 988 | 17 356 863 | 1 041 412 | 3.96% | 963 511 | |
| 2010 | - | 16 894 474 | 16 894 474 | 279 575 | 17 174 048 | 1 030 443 | 4.04% | 915 057 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 773 143 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(bpse,exp) =0.75 | SCR Corr _(mkt,life) =-0.25 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|--|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 467 408 | 17 398 399 | 276 189 | 17 674 588 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 252 418 | 17 217 345 | 277 326 | 17 494 671 | 1 049 680 | 4.07% | 1 008 658 | |
| 2009 | - | 17 078 875 | 17 078 875 | 277 988 | 17 356 863 | 1 041 412 | 3.96% | 963 511 | |
| 2010 | - | 16 894 474 | 16 894 474 | 279 575 | 17 174 048 | 1 030 443 | 4.04% | 915 057 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 904 345 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(bpse,exp) =0.75 | SCR Corr _(mkt,life) =0 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|--------------------------------------|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 467 408 | 19 403 471 | 276 189 | 19 679 661 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 252 418 | 19 225 482 | 277 326 | 19 502 808 | 1 170 168 | 4.07% | 1 124 438 | |
| 2009 | - | 17 078 875 | 17 078 875 | 277 988 | 17 356 863 | 1 041 412 | 3.96% | 963 511 | |
| 2010 | - | 16 894 474 | 16 894 474 | 279 575 | 17 174 048 | 1 030 443 | 4.04% | 915 057 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 020 124 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(bpse,exp) =0.75 | SCR Corr _(mkt,life) =0.25 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|---|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 467 408 | 21 219 923 | 276 189 | 21 496 112 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 252 418 | 21 042 846 | 277 326 | 21 320 172 | 1 279 210 | 4.07% | 1 229 218 | |
| 2009 | - | 17 078 875 | 17 078 875 | 277 988 | 17 356 863 | 1 041 412 | 3.96% | 963 511 | |
| 2010 | - | 16 894 474 | 16 894 474 | 279 575 | 17 174 048 | 1 030 443 | 4.04% | 915 057 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 124 905 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(bpse,exp) =0.75 | SCR Corr _(mkt,life) =0.5 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|--|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 467 408 | 22 892 696 | 276 189 | 23 168 885 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 252 418 | 22 715 272 | 277 326 | 22 992 598 | 1 379 556 | 4.07% | 1 325 642 | |
| 2009 | - | 17 078 875 | 17 078 875 | 277 988 | 17 356 863 | 1 041 412 | 3.96% | 963 511 | |
| 2010 | - | 16 894 474 | 16 894 474 | 279 575 | 17 174 048 | 1 030 443 | 4.04% | 915 057 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 221 329 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(bpse,exp) =0.75 | SCR Corr _(mkt,life) =0.75 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|---|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 467 408 | 24 451 298 | 276 189 | 24 727 487 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 252 418 | 24 272 738 | 277 326 | 24 550 064 | 1 473 004 | 4.07% | 1 415 438 | |
| 2009 | - | 17 078 875 | 17 078 875 | 277 988 | 17 356 863 | 1 041 412 | 3.96% | 963 511 | |
| 2010 | - | 16 894 474 | 16 894 474 | 279 575 | 17 174 048 | 1 030 443 | 4.04% | 915 057 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 311 125 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(bpse,exp) =0.75 | SCR Corr _(mkt,life) =0.99 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|---|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 467 408 | 25 859 327 | 276 189 | 26 135 516 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 252 418 | 25 679 189 | 277 326 | 25 956 515 | 1 557 391 | 4.07% | 1 496 527 | |
| 2009 | - | 17 078 875 | 17 078 875 | 277 988 | 17 356 863 | 1 041 412 | 3.96% | 963 511 | |
| 2010 | - | 16 894 474 | 16 894 474 | 279 575 | 17 174 048 | 1 030 443 | 4.04% | 915 057 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 392 214 |

Tabela 9.8: Seguro de Capitalização SPR: Simulação Corr=0.5

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.5 | SCR Corr _(mkt,life) =-0.99 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|--|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 290 069 | 9 004 857 | 276 189 | 9 281 046 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 109 513 | 8 792 474 | 277 326 | 9 069 800 | 544 188 | 4.07% | 522 921 | |
| 2009 | - | 16 971 583 | 16 971 583 | 277 988 | 17 249 571 | 1 034 974 | 3.96% | 957 555 | |
| 2010 | - | 16 829 906 | 16 829 906 | 279 575 | 17 109 481 | 1 026 569 | 4.04% | 911 616 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 409 211 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.5 | SCR Corr _(mkt,life) =-0.75 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|--|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 290 069 | 12 296 628 | 276 189 | 12 572 817 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 109 513 | 12 123 555 | 277 326 | 12 400 881 | 744 053 | 4.07% | 714 975 | |
| 2009 | - | 16 971 583 | 16 971 583 | 277 988 | 17 249 571 | 1 034 974 | 3.96% | 957 555 | |
| 2010 | - | 16 829 906 | 16 829 906 | 279 575 | 17 109 481 | 1 026 569 | 4.04% | 911 616 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 601 266 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.5 | SCR Corr _(mkt,life) =-0.5 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|---|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 290 069 | 14 974 923 | 276 189 | 15 251 112 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 109 513 | 14 817 443 | 277 326 | 15 094 769 | 905 686 | 4.07% | 870 291 | |
| 2009 | - | 16 971 583 | 16 971 583 | 277 988 | 17 249 571 | 1 034 974 | 3.96% | 957 555 | |
| 2010 | - | 16 829 906 | 16 829 906 | 279 575 | 17 109 481 | 1 026 569 | 4.04% | 911 616 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 756 582 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.5 | SCR Corr _(mkt,life) =-0.25 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|--|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 290 069 | 17 242 087 | 276 189 | 17 518 276 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 109 513 | 17 091 888 | 277 326 | 17 369 214 | 1 042 153 | 4.07% | 1 001 425 | |
| 2009 | - | 16 971 583 | 16 971 583 | 277 988 | 17 249 571 | 1 034 974 | 3.96% | 957 555 | |
| 2010 | - | 16 829 906 | 16 829 906 | 279 575 | 17 109 481 | 1 026 569 | 4.04% | 911 616 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 887 716 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.5 | SCR Corr _(mkt,life) =0 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|--------------------------------------|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 290 069 | 19 243 982 | 276 189 | 19 520 171 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 109 513 | 19 097 348 | 277 326 | 19 374 674 | 1 162 480 | 4.07% | 1 117 050 | |
| 2009 | - | 16 971 583 | 16 971 583 | 277 988 | 17 249 571 | 1 034 974 | 3.96% | 957 555 | |
| 2010 | - | 16 829 906 | 16 829 906 | 279 575 | 17 109 481 | 1 026 569 | 4.04% | 911 616 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 003 341 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.5 | SCR Corr _(mkt,life) =0.25 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|---|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 290 069 | 21 056 403 | 276 189 | 21 332 592 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 109 513 | 20 911 354 | 277 326 | 21 188 680 | 1 271 321 | 4.07% | 1 221 637 | |
| 2009 | - | 16 971 583 | 16 971 583 | 277 988 | 17 249 571 | 1 034 974 | 3.96% | 957 555 | |
| 2010 | - | 16 829 906 | 16 829 906 | 279 575 | 17 109 481 | 1 026 569 | 4.04% | 911 616 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 107 927 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.5 | SCR Corr _(mkt,life) =0.5 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|--|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 290 069 | 22 724 730 | 276 189 | 23 000 919 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 109 513 | 22 580 096 | 277 326 | 22 857 422 | 1 371 445 | 4.07% | 1 317 848 | |
| 2009 | - | 16 971 583 | 16 971 583 | 277 988 | 17 249 571 | 1 034 974 | 3.96% | 957 555 | |
| 2010 | - | 16 829 906 | 16 829 906 | 279 575 | 17 109 481 | 1 026 569 | 4.04% | 911 616 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 204 139 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.5 | SCR Corr _(mkt,life) =0.75 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|---|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 290 069 | 24 278 686 | 276 189 | 24 554 875 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 109 513 | 24 133 727 | 277 326 | 24 411 053 | 1 464 663 | 4.07% | 1 407 423 | |
| 2009 | - | 16 971 583 | 16 971 583 | 277 988 | 17 249 571 | 1 034 974 | 3.96% | 957 555 | |
| 2010 | - | 16 829 906 | 16 829 906 | 279 575 | 17 109 481 | 1 026 569 | 4.04% | 911 616 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 293 714 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr _(lapse,exp) =0.5 | SCR Corr _(mkt,life) =0.99 | Scr _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|---|---|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 17 290 069 | 25 682 177 | 276 189 | 25 958 366 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 17 109 513 | 25 536 440 | 277 326 | 25 813 766 | 1 548 826 | 4.07% | 1 488 297 | |
| 2009 | - | 16 971 583 | 16 971 583 | 277 988 | 17 249 571 | 1 034 974 | 3.96% | 957 555 | |
| 2010 | - | 16 829 906 | 16 829 906 | 279 575 | 17 109 481 | 1 026 569 | 4.04% | 911 616 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 374 588 |

Tabela 9.9: Seguro de Capitalização SPR: Simulação Corr=0

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr(lapse,exp)=0 | SCR Corr(mkt,life)=-0.99 | Sc _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|-----------------------------|------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 16 929 818 | 8 647 907 | 276 189 | 8 924 096 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 16 820 061 | 8 505 808 | 277 326 | 8 783 134 | 526 988 | 4.07% | 506 393 | |
| 2009 | - | 16 754 937 | 16 754 937 | 277 988 | 17 032 925 | 1 021 975 | 3.96% | 945 528 | |
| 2010 | - | 16 700 023 | 16 700 023 | 279 575 | 16 979 597 | 1 018 776 | 4.04% | 904 696 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 373 737 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr(lapse,exp)=0 | SCR Corr(mkt,life)=-0.75 | Sc _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|-----------------------------|------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 16 929 818 | 11 976 849 | 276 189 | 12 253 038 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 16 820 061 | 11 867 732 | 277 326 | 12 145 058 | 728 703 | 4.07% | 700 225 | |
| 2009 | - | 16 754 937 | 16 754 937 | 277 988 | 17 032 925 | 1 021 975 | 3.96% | 945 528 | |
| 2010 | - | 16 700 023 | 16 700 023 | 279 575 | 16 979 597 | 1 018 776 | 4.04% | 904 696 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 567 569 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr(lapse,exp)=0 | SCR Corr(mkt,life)=-0.5 | Sc _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|----------------------------|------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 16 929 818 | 14 661 661 | 276 189 | 14 937 850 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 16 820 061 | 14 566 787 | 277 326 | 14 844 113 | 890 647 | 4.07% | 855 840 | |
| 2009 | - | 16 754 937 | 16 754 937 | 277 988 | 17 032 925 | 1 021 975 | 3.96% | 945 528 | |
| 2010 | - | 16 700 023 | 16 700 023 | 279 575 | 16 979 597 | 1 018 776 | 4.04% | 904 696 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 723 184 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr(lapse,exp)=0 | SCR Corr(mkt,life)=-0.25 | Sc _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|-----------------------------|------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 16 929 818 | 16 925 829 | 276 189 | 17 202 018 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 16 820 061 | 16 838 631 | 277 326 | 17 115 957 | 1 026 957 | 4.07% | 986 823 | |
| 2009 | - | 16 754 937 | 16 754 937 | 277 988 | 17 032 925 | 1 021 975 | 3.96% | 945 528 | |
| 2010 | - | 16 700 023 | 16 700 023 | 279 575 | 16 979 597 | 1 018 776 | 4.04% | 904 696 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 854 167 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr(lapse,exp)=0 | SCR Corr(mkt,life)=0 | Sc _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|-------------------------|------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 16 929 818 | 18 920 970 | 276 189 | 19 197 159 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 16 820 061 | 18 838 464 | 277 326 | 19 115 790 | 1 146 947 | 4.07% | 1 102 124 | |
| 2009 | - | 16 754 937 | 16 754 937 | 277 988 | 17 032 925 | 1 021 975 | 3.96% | 945 528 | |
| 2010 | - | 16 700 023 | 16 700 023 | 279 575 | 16 979 597 | 1 018 776 | 4.04% | 904 696 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 2 969 468 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr(lapse,exp)=0 | SCR Corr(mkt,life)=0.25 | Sc _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|----------------------------|------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 16 929 818 | 20 724 924 | 276 189 | 21 001 113 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 16 820 061 | 20 645 482 | 277 326 | 20 922 808 | 1 255 368 | 4.07% | 1 206 308 | |
| 2009 | - | 16 754 937 | 16 754 937 | 277 988 | 17 032 925 | 1 021 975 | 3.96% | 945 528 | |
| 2010 | - | 16 700 023 | 16 700 023 | 279 575 | 16 979 597 | 1 018 776 | 4.04% | 904 696 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 073 652 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr(lapse,exp)=0 | SCR Corr(mkt,life)=0.5 | Sc _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|---------------------------|------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 16 929 818 | 22 383 965 | 276 189 | 22 660 154 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 16 820 061 | 22 306 595 | 277 326 | 22 583 921 | 1 355 035 | 4.07% | 1 302 080 | |
| 2009 | - | 16 754 937 | 16 754 937 | 277 988 | 17 032 925 | 1 021 975 | 3.96% | 945 528 | |
| 2010 | - | 16 700 023 | 16 700 023 | 279 575 | 16 979 597 | 1 018 776 | 4.04% | 904 696 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 169 424 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr(lapse,exp)=0 | SCR Corr(mkt,life)=0.75 | Sc _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|----------------------------|------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 16 929 818 | 23 928 253 | 276 189 | 24 204 442 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 16 820 061 | 23 852 304 | 277 326 | 24 129 629 | 1 447 778 | 4.07% | 1 391 198 | |
| 2009 | - | 16 754 937 | 16 754 937 | 277 988 | 17 032 925 | 1 021 975 | 3.96% | 945 528 | |
| 2010 | - | 16 700 023 | 16 700 023 | 279 575 | 16 979 597 | 1 018 776 | 4.04% | 904 696 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 258 542 |

| Ano | SCR _{mkt} | SCR _{life} Corr(lapse,exp)=0 | SCR Corr(mkt,life)=0.99 | Sc _{Op} | SCR _{Total} | Coc | Taxa Juro | Valor Atualizado do CoC | MARGEM DE RISCO |
|------|--------------------|--|----------------------------|------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------|
| 2007 | 8 448 926 | 16 929 818 | 25 322 320 | 276 189 | 25 598 509 | 6% | | | |
| 2008 | 8 483 705 | 16 820 061 | 25 247 310 | 277 326 | 25 524 636 | 1 531 478 | 4.07% | 1 471 627 | |
| 2009 | - | 16 754 937 | 16 754 937 | 277 988 | 17 032 925 | 1 021 975 | 3.96% | 945 528 | |
| 2010 | - | 16 700 023 | 16 700 023 | 279 575 | 16 979 597 | 1 018 776 | 4.04% | 904 696 | |
| 2011 | - | 53 570 | 53 570 | 281 534 | 335 104 | 20 106 | 4.10% | 17 120 | 3 338 971 |

Tabela 9.10: Seguro de Capitalização CPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas para a variável Prémio.

| Principais Estatísticas | Total | Homens | Mulheres |
|-------------------------|---------|--------|----------|
| Mínimo | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 1º Q | 2.000 | 5.000 | 1.925 |
| Mediana | 4.000 | 5.000 | 3.000 |
| Média | 6.748 | 6.807 | 6.697 |
| 3º Q | 7.500 | 8.000 | 7.000 |
| Máximo | 310.000 | 90.000 | 310.000 |
| Coef. Simetria | 10,67 | 3,91 | 11,67 |
| Coef. Achatamento | 223,53 | 21,73 | 223.53 |

9.2 Seguro de Capitalização Com Participação nos Resultados

9.2.1 Análise Estatística: Figuras e Tabelas

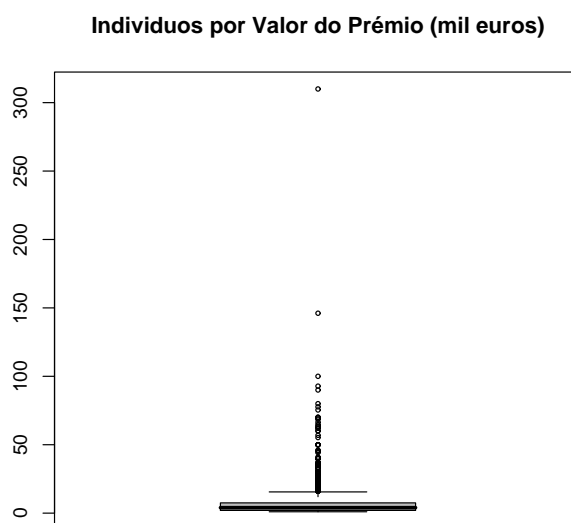


Figura 9.11: Seguro de Capitalização CPR: *Boxplot* da variável Prémio (população).

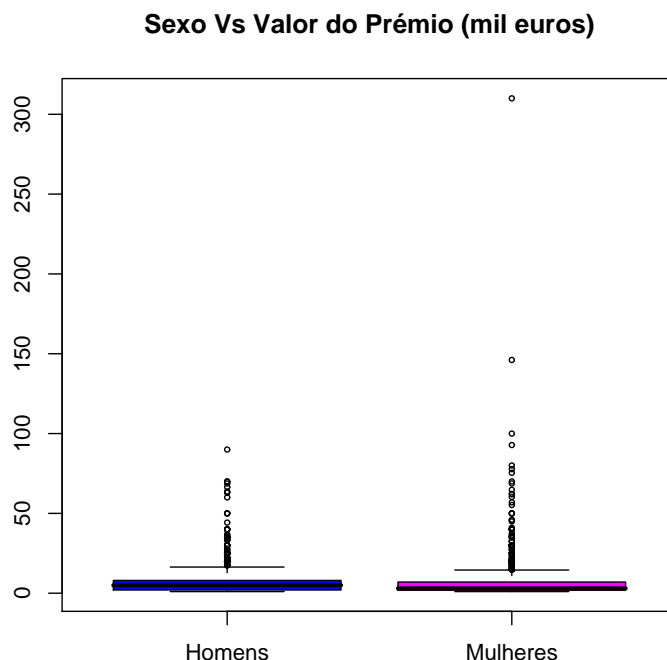


Figura 9.12: Seguro de Capitalização CPR: *Boxplot* da variável Prémio subpopulações Homens e Mulheres.

Tabela 9.11: Seguro de Capitalização CPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas para a variável Prémio (subpopulações Homens e Mulheres).

| | [15,20] |]20,40] |]40,60] |]60,80] |]80,97] |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Homens | 0,24% | 6,69% | 17,48% | 20,24% | 1,99% |
| Mulheres | 0,17% | 9,13% | 21,87% | 20,77% | 1,42% |

Tabela 9.12: Seguro de Capitalização CPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas da subpopulação Homens para a variável Prémio Vs Escalão Etário.

| Principais Estatísticas | [15,20] |]20,40] |]40,60] |]60,80] |]80,97] |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Mínimo | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 1º Q | 2.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 2.500 |
| Mediana | 2.000 | 3.000 | 4.250 | 5.000 | 5.000 |
| Média | 7.433 | 4.647 | 6.378 | 7.639 | 9.305 |
| 3º Q | 2.450 | 5.000 | 7.500 | 10.00 | 10.000 |
| Máximo | 35.000 | 60.000 | 66.440 | 90.000 | 68.750 |
| Coef. Simetria | 1,36 | 5,60 | 3,59 | 3,69 | 3,13 |
| Coef. Achatamento | -0,09 | 46,80 | 19,30 | 19,10 | 11,10 |
| Nº Outliers | 2 | 11 | 28 | 35 | 3 |

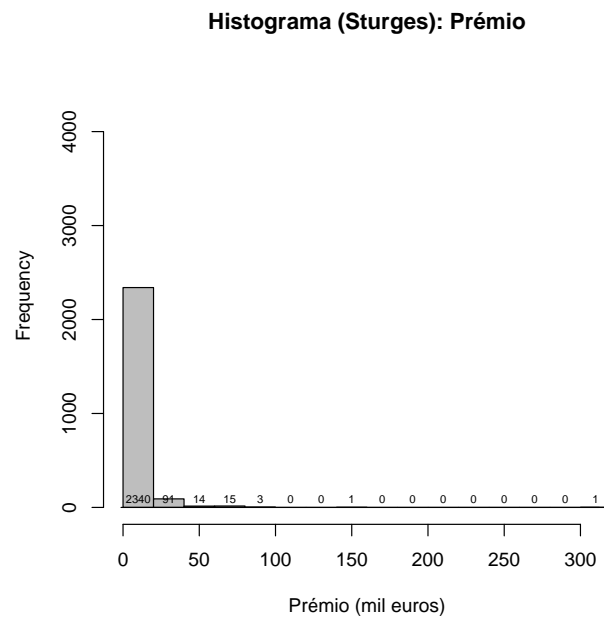


Figura 9.13: Seguro de Capitalização CPR: Histograma da variável Prémio.

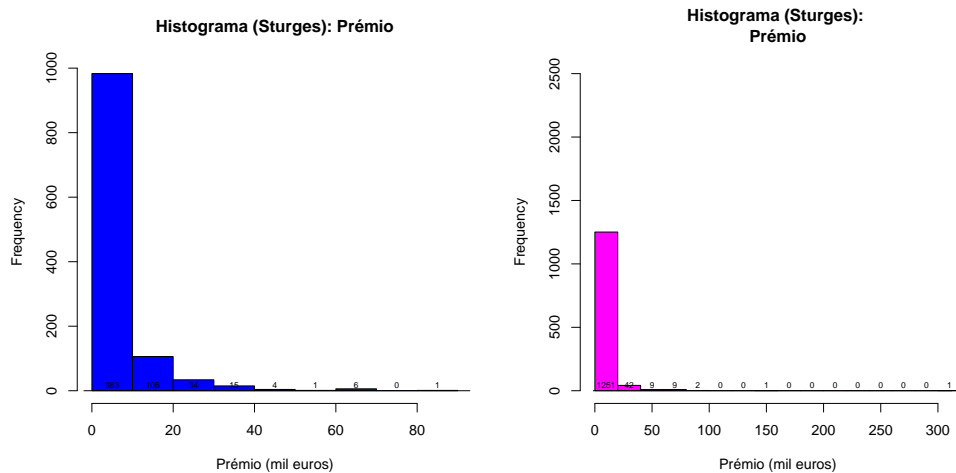


Figura 9.14: Seguro de Capitalização CPR: Histograma da variável Prémio subpopulações Homens e Mulheres.

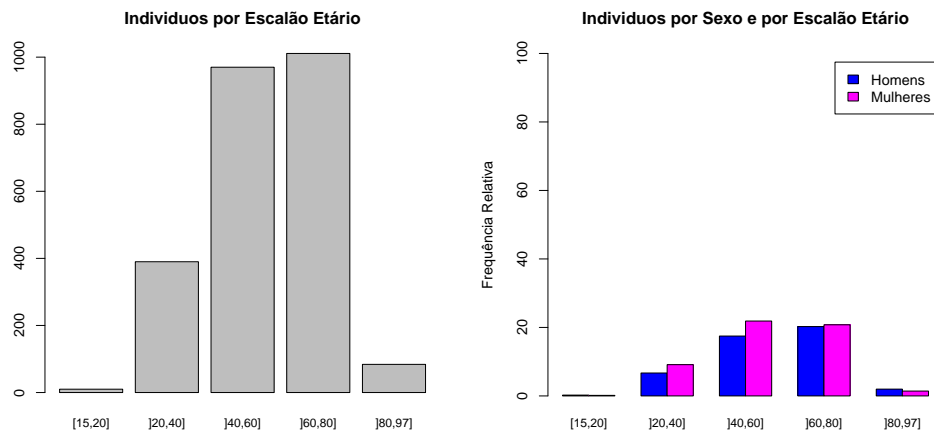


Figura 9.15: Seguro de Capitalização CPR: Número de indivíduos por Escalão Etário.

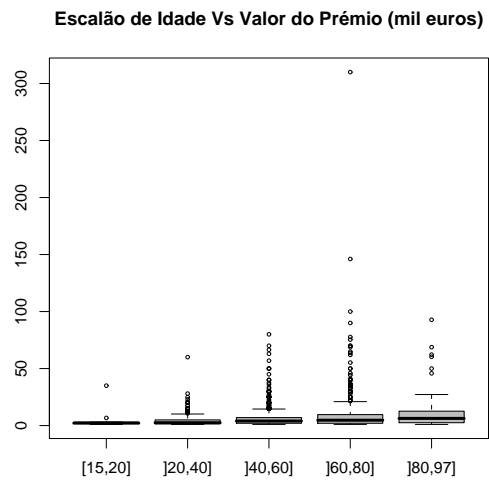


Figura 9.16: Seguro de Capitalização CPR: Escalão Etário Vs Valor do Prémio (mil €).

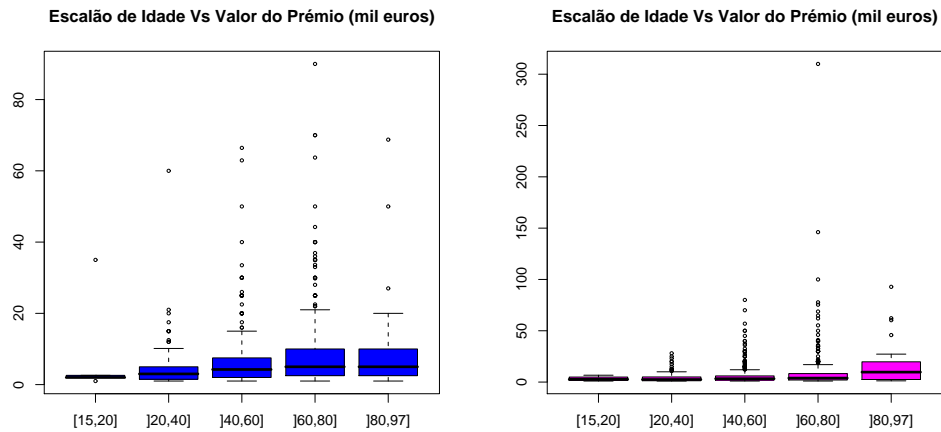


Figura 9.17: Seguro de Capitalização CPR: Escalação Etário Vs Valor do Prémio subpopulações Homens e Mulheres (mil €).

Tabela 9.13: Seguro de Capitalização CPR: Tabela resumo das principais estatísticas descritivas da subpopulação Mulheres para a variável Prémio Vs Escalação Etário.

| Principais Estatísticas | [15,20] |]20,40] |]40,60] |]60,80] |]80,97] |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Mínimo | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.200 |
| 1º Q | 1.975 | 1.300 | 1.875 | 2.000 | 2.500 |
| Mediana | 2.686 | 2.500 | 3.300 | 3.900 | 9.700 |
| Média | 3.262 | 4.038 | 5.943 | 8.075 | 15.630 |
| 3º Q | 3.973 | 5.000 | 6.000 | 8.125 | 19.750 |
| Máximo | 6.675 | 28.040 | 80.000 | 310.000 | 92.800 |
| Coef. Simetria | 0,48 | 2,67 | 4,33 | 10,51 | 2,19 |
| Coef. Achatamento | -1,83 | 9,21 | 25,5 | 153,02 | 4,57 |
| Nº Outliers | — | 12 | 50 | 48 | 4 |

Tabela 9.14: Seguro de Capitalização CPR: Tabela resumo dos Coeficientes de Correlação em %.

| Distribuição Exponencial ($\hat{a} \approx 0$) | | Distribuição Pareto | |
|--|------------------|--------------------------------------|------------------|
| Prémio: | Coef. Correlação | Prémio: | Coef. Correlação |
| Total | 71,03 | Total ($\hat{a} \approx 0.318$) | 92,55 |
| Homens | 80,53 | Homens ($\hat{a} \approx 0.231$) | 98,45 |
| Mulheres | 62,40 | Mulheres ($\hat{a} \approx 0.391$) | 91,48 |

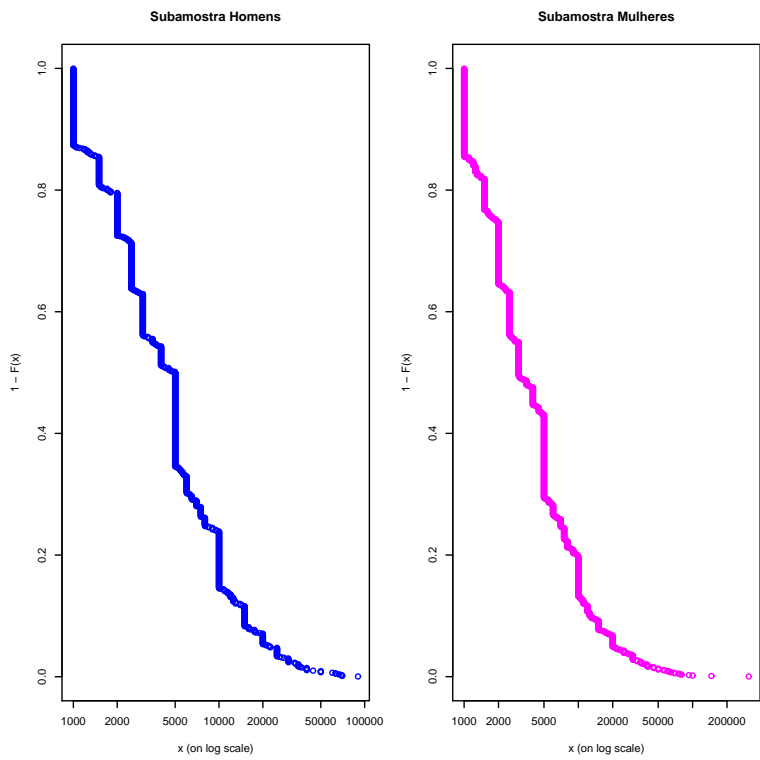


Figura 9.18: Seguro de Capitalização CPR: Função de distribuição empírica das sub-populações Homens e Mulheres.

Tabela 9.15: Seguro de Capitalização CPR: Tabela resumo das estatísticas de teste t .

| | glm.Total |
|---|--------------|
| Intercept | 160.588(***) |
| Idade | 7,956(***) |
| SexoMulheres | -0,237 |
| Null Deviance | 2691,7 |
| Degrees of Freedom | 2464 |
| Residual Deviance | 2546,7 |
| Degrees of Freedom | 2462 |
| AIC | 48272 |
| Nº Fisher Iterations | 6 |
| Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 | |

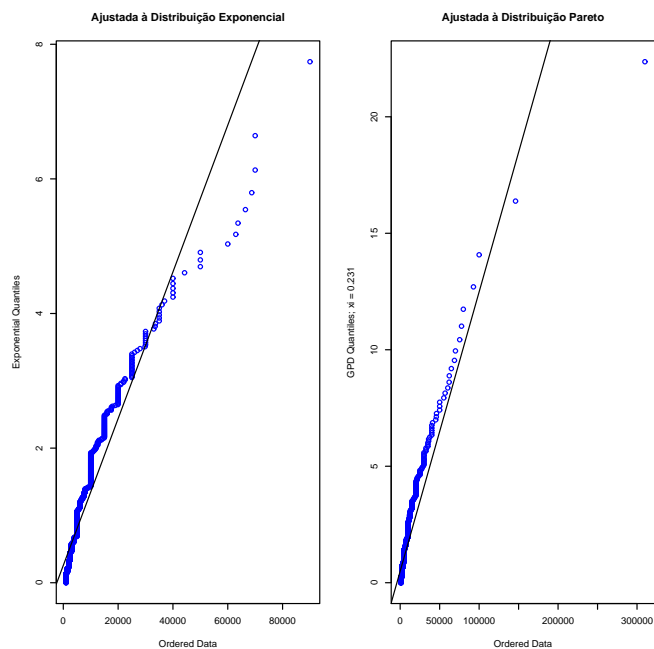


Figura 9.19: Seguro de Capitalização CPR: Variável Prémio Ajustada à Distribuição Pareto (subpopulação Homens).

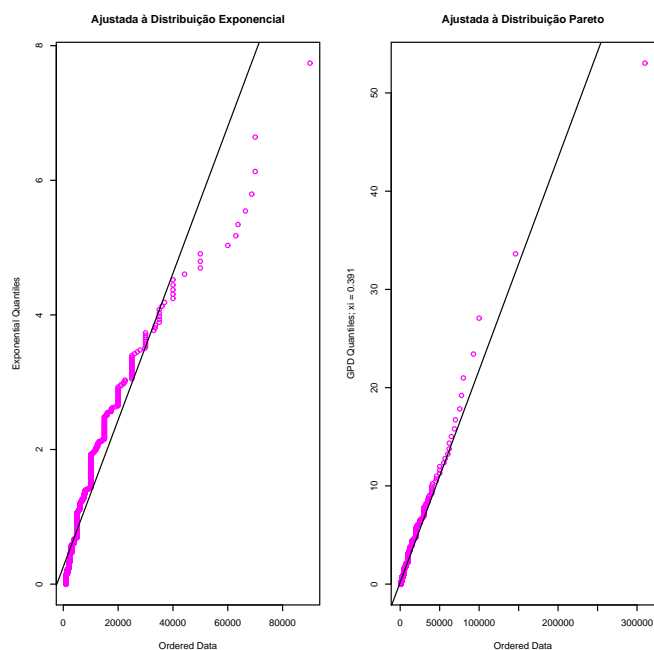


Figura 9.20: Seguro de Capitalização CPR: Variável Prémio Ajustada à Distribuição Pareto (subpopulação Mulheres).

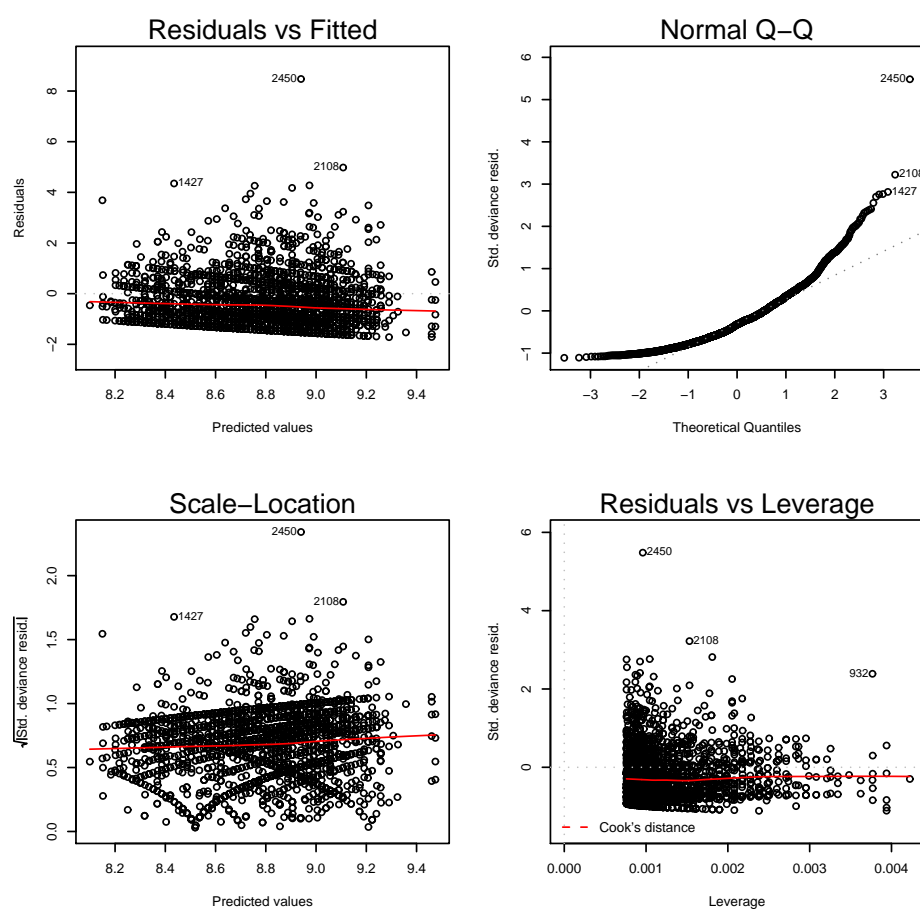


Figura 9.21: Seguro de Capitalização CPR: Análise Gráfica dos Resíduos do modelo glm.Total .

9.3 Qis4: Matrizes de Correlação Standard

Tabela 9.16: Matriz de Correlação entre os Riscos de primeira ordem definida no QIS4.

| CorrSCR= | SCR_{mkt} | SCR_{def} | SCR_{life} | SCR_{health} | SCR_{nl} |
|----------------|-------------|-------------|--------------|----------------|------------|
| SCR_{mkt} | 1 | | | | |
| SCR_{def} | 0.25 | 1 | | | |
| SCR_{life} | 0.25 | 0.25 | 1 | | |
| SCR_{health} | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 1 | |
| SCR_{nl} | 0.25 | 0.5 | 0 | <u>0.25</u> | 1 |

Tabela 9.17: Matriz de Correlação do Risco Específico de Mercado

| CorrMKT | Mkt_{int} | Mkt_{eq} | Mkt_{prop} | Mkt_{sp} | Mkt_{conc} | Mkt_{fx} |
|--------------|-------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| Mkt_{int} | 1 | | | | | |
| Mkt_{eq} | 0 | 1 | | | | |
| Mkt_{prop} | 0.5 | 0.75 | 1 | | | |
| Mkt_{sp} | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 1 | | |
| Mkt_{conc} | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| Mkt_{fx} | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0 | 1 |

Tabela 9.18: Matriz de Correlação do Risco Específico de Vida

| CorrLife | $Life_{mort}$ | $Life_{long}$ | $Life_{dis}$ | $Life_{lapse}$ | $Life_{exp}$ | $Life_{rev}$ | $Life_{cat}$ |
|----------------|---------------|---------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| $Life_{mort}$ | 1 | | | | | | |
| $Life_{long}$ | 0 | 1 | | | | | |
| $Life_{dis}$ | 0.5 | 0 | 1 | | | | |
| $Life_{lapse}$ | 0 | 0.25 | 0 | 1 | | | |
| $Life_{exp}$ | 0.25 | 0.25 | <u>0.5</u> | 0.5 | 1 | | |
| $Life_{rev}$ | 0 | 0.25 | 0 | 0 | 0.25 | 1 | |
| $Life_{cat}$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

9.4 Software R

O R é uma ferramenta para o desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão e análise de dados bem como à execução de tarefas mais complexas que envolvam programação. Teve origem na linguagem S e, foi desenvolvida nos laboratórios da AT&T Bell por Rick Becker, John Chambers e Allan Walkins, com carácter gratuito e disponível em diversas plataformas (Windows, Linux, MacOS).

O R é Open Source, ou seja, é susceptível de ser alterado pelo utilizador quer nas funcionalidades existentes quer na criação de novas funcionalidades e, com um conjunto bastante vasto de packages, criados por investigadores de várias áreas, que acrescentam grandes potencialidades.

Apesar de interfaces amigáveis, como o R-commander, âmbito nesta tese algum conhecimento para além do estatístico, conhecimentos de programação para poder aproveitar melhor os diversos recursos oferecidos pelo ambiente.

Em particular, para o trabalho prático desenvolvido nesta tese, utilizou-se para além das funções incorporadas nos packages base foram adicionados packages específicos, como:

- *gtools* (various R programming tools) - utilizou-se para a ordenação dos nomes das variáveis por ordem alfabética;
- *HH* (support software for statistical analysis and data display) - utilizou-se apenas para exportar a informação gráfica do R para ficheiros de extensão eps;
- *VaR* () - permite calcular as estimativas Value-at-Risk;
- *evd* (), *evdbayes* (), *evir* (), *extRremes* (), *ismec* (), *POT* () - são packages estudados relacionados com a Teoria de Valores Extremos;
- *CreditMetrics*() - permite modelar o Risco de Crédito;
- *QRMLib* () - possibilita quantificar os Riscos modelização;
- *mvtnorm* () - permite a modelação dos dados à distribuição Normal Multivariada e à distribuição t;
- *Rmetrics* (), *fPortfolio* () e *fExtremes* () - É constituído por funções relevantes;

- *copula* () e *fgac* () - permite aplicar os métodos copula;
- *actuar* () - permite a utilização de funções actuarias de gestão de risco;
- *ghyp* () - permite prever a generalizada hyberbolic distribuição funções, bem como procedimentos de VaR, CVaR ou alvo de regresso carteira otimizações;
- *financial* () - calcular valores presentes, cash flows e outros cálculos simples;
- *sde* () - fornece simulação e inferência funcionalidade para equações diferenciais estocásticas.

É de realçar a existência de muita documentação de apoio quer no próprio site do R¹ ou na mailing list² quer através da função de ajuda integrada no R, muito útil para compreender/saber utilizar as funções disponíveis e com a indicação de referências bibliográficas subjacente aos métodos programados.

Não se pretende apresentar a programação completa mas focar alguns excertos ou exemplos das funções criadas e usadas no nosso estudo.

```
rm(list=ls())
options(scipen=3)
setwd("C:\\")

ficheiro<-"XXXX.csv"
dados<-read.table(paste(getwd(),"/",ficheiro,sep=""),sep=";",dec=".",header=T)

dados$Sexo<-as.factor(with(dados,ifelse(Sexo=="M","Homens","Mulheres")))
dados$Idade_esc<-as.factor(with(dados,ifelse(Idade<=20,"[18,20]",
      ifelse(Idade>20 & Idade<=40,"]20,40]",
      ifelse(Idade>40 & Idade<=60,"]40,60]",
      ifelse(Idade>60 & Idade<=80,"]60,80]",")80,93]")))))

dados$Premio_esc<-as.factor(with(dados,ifelse(Premio<=38000,"Esc1",
      ifelse(Premio>38000 & Premio<=73500,"Esc2",
      ifelse(Premio>73500 & Premio<=109000,"Esc3",
      ifelse(Premio>109000 & Premio<=144500,"Esc4",
      ifelse(Premio>144500 & Premio<=180000,"Esc5",
      ifelse(Premio>180000 & Premio<=215500,"Esc6",
      ifelse(Premio>215500 & Premio<=251000,"Esc7",
      ifelse(Premio>251000 & Premio<=286500,"Esc8",
      ifelse(Premio>286500 & Premio<=322000,"Esc9",
      ifelse(Premio>322000 & Premio<=357500,"Esc10",
      ifelse(Premio>357500 & Premio<=393000,"Esc11",
      ifelse(Premio>393000 & Premio<=428500,"Esc12",
      ifelse(Premio>428500 & Premio<=464000,"Esc13",
      "Esc14")))))))))))))))
```

¹www.r-project.org

²Pode se consulta através do site www.gnome.com

```

require(gtools) #Package necessário para a função mixedsort()

dados<-dados[,mixedsort(colnames(dados))]
bd_H<-dados[dados$Sexo=="Homens",]
dim(bd_H)[1]
dim(bd_H)[1]/dim(dados)[1]*100

bd_M<-dados[dados$Sexo=="Mulheres",]
dim(bd_M)[1]
dim(bd_M)[1]/dim(dados)[1]*100

est<-cbind(Total=summary(dados$Premio),Homens=summary(bd_H$Premio),Mulheres=summary(bd_M$Premio))
#Coeficiente de simetria
myskewness <- function(x) {
  m3 <- mean((x-mean(x))^3)
  skew <- m3/(sd(x)^3)
  skew}
Coef_Simetria<-c(myskewness(dados$Premio),myskewness(bd_H$Premio),myskewness(bd_M$Premio))

#Coeficiente de Achatamento (Kurtosis)
mykurtosis <- function(x) {
  m4 <- mean((x-mean(x))^4)
  kurt <- m4/(sd(x)^4)-3
  kurt}
Coef_Achatamento<-c(mykurtosis(dados$Premio),mykurtosis(bd_H$Premio),mykurtosis(bd_M$Premio))

EST<-rbind(est,Coef_Simetria,Coef_Achatamento)

require(HH) # package necessário para a função export()

boxplot(dados$Premio/1000,col="gray",cex=0.5,xaxs="i",
main="Individuos por Valor do Prémio (mil euros)")
export("Boxplot_Premio")

boxplot(Premio/1000~Sexo,col=c("blue","magenta"),cex=0.5,xaxs="i",data=dados,
main="Sexo Vs Valor do Prémio (mil euros)")
export("Boxplot_PremioSexo")

r<-hist(dados$Premio/1000,breaks="Sturges",ylim=c(0,4500),col="gray",xlab="Prémio (mil euros)",
main="Histograma (Sturges): Prémio")
r1<-density(dados$Premio/1000)
text(r$mids, r$density,r$count, adj=c(.5, -.5), cex = .6,col='black')
lines(r1)
export("Hist_Premio")

r<-hist(bd_H$Premio/1000,breaks="Sturges",col="blue",xlab="Prémio (mil euros)",
main="Histograma (Sturges): Prémio")
r1<-density(bd_H$Premio/1000)
text(r$mids, r$density,r$count, adj=c(.5, -.5), cex = .6,col='black')
lines(r1)
export("Hist_Premio_Homens")

r<-hist(bd_M$Premio/1000,breaks="Sturges",ylim=c(0,2500),col="magenta",
xlab="Prémio (mil euros)",main="Histograma (Sturges): Prémio")
r1<-density(bd_M$Premio/1000)
text(r$mids, r$density,r$count, adj=c(.5, -.5), cex = .6,col='black')
lines(r1)
export("Hist_Premio_Mulheres")

#Teste Kolmogorov-Sminorv (compara amostras)
ks.test(bd_H$Premio,bd_M$Premio)

```



```

barplot(table(dados$Idade_esc),col="gray",cex.names=0.8,main="Individuos por Escalão Etário")
export("Barplot_Idade")

barplot(table(dados$Sexo,dados$Idade_esc)/dim(dados)[1]*100,col=c("blue","magenta"),besid=T,
        ylab="Frequência Relativa",ylim=c(0,100),cex.names=0.8,legend=rownames(table(dados$Sexo)),
        main="Individuos por Sexo e por Escalão Etário")
export("Barplot_IdadeSexo")

table(dados$Sexo,dados$Idade_esc)/dim(dados)[1]*100

boxplot(Premio/1000~Idade_esc,col="gray",cex=0.5,xaxs="i",data=dados,
        main="Escalão de Idade Vs Valor do Prémio (mil euros)")
export("Boxplot_PremioIdade")

boxplot(Premio/1000~Idade_esc,col="blue",cex=0.5,xaxs="i",data=bd_H,
        main="Escalão de Idade Vs Valor do Prémio (mil euros)")
export("Boxplot_PremioIdade_H")

boxplot(Premio/1000~Idade_esc,col="magenta",cex=0.5,xaxs="i",data=bd_M,
        main="Escalão de Idade Vs Valor do Prémio (mil euros)")
export("Boxplot_PremioIdade_M")

require(stats)
x<-bd_M[bd_M$Idade_esc=="[18,20]",5]
summary(x)
a<-boxplot.stats(x)
c(min(a$out),max(a$out),length(a$out))

x<-bd_M[bd_M$Idade_esc=="[20,40]",5]
summary(x)
a<-boxplot.stats(x)
c(min(a$out),max(a$out),length(a$out))

x<-bd_M[bd_M$Idade_esc=="[40,60]",5]
summary(x)
a<-boxplot.stats(x)
c(min(a$out),max(a$out),length(a$out))

x<-bd_M[bd_M$Idade_esc=="[60,80]",5]
summary(x)
a<-boxplot.stats(x)
c(min(a$out),max(a$out),length(a$out))

x<-bd_M[bd_M$Idade_esc=="[80,93]",5]
summary(x)
a<-boxplot.stats(x)
c(min(a$out),max(a$out),length(a$out))

require(evir)

#Plot of Empirical Distribution Function
par(mfrow=c(1,2),cex=0.5)
emplot(bd_H[, 5],col="blue",main="Subamostra Homens")
emplot(bd_M[, 5],col="magenta", main="Subamostra Mulheres")
export("DistEmpirica")

#*****
#           Modelação dos dados à Generalizada de Pareto (através do package evir)
#           Ajuste pela função qplot à Distribuição Generalizada de Pareto
#   xi -> Parâmetro de Forma (shape parameter)
#   >0 -> Pareto

```

```

#      =0 -> Exponencial
#      <0 -> Pareto Tipo II
#      mu -> Parâmetro de Localização (location parameter)
#      sigma -> Parâmetro de Escala (scale parameter)
#####

n<-2500 #Valor de corte

#Total
out<-gpd(dados$Premio,n)
out
par(mfrow=c(2,2),cex=0.5)
plot(out)
export("QQPlot_Pareto_Premio_auto")
#1_plot: Excess Distribution
#2_plot: Tail of Underlying Distribution (tailplot(out))
#3_plot: Scatterplot of Residuals
#4_plot: QQplot of Residuals

par(mfrow=c(1,2),cex=0.5)
qplot(dados$Premio,xi=0,main="Ajustada à Distribuição Exponencial")
qplot(dados$Premio,xi=0.217,main="Ajustada à Distribuição Pareto")
export("QQPlot_Total")

#Homens
out1<-gpd(bd_H$Premio,n)
out1
par(mfrow=c(2,2),cex=0.5)
plot(out1)
export("QQPlot_Pareto_Premio_auto_H")

par(mfrow=c(1,2),cex=0.5)
qplot(bd_H$Premio,xi=0,main="Ajustada à Distribuição Exponencial",col="blue")
qplot(bd_M$Premio,xi=0.223,main="Ajustada à Distribuição Pareto",col="blue")
export("QQPlot_Homens")

#Mulheres
out2<-gpd(bd_M$Premio,n)
out2
par(mfrow=c(2,2),cex=0.5)
plot(out2)
export("QQPlot_Pareto_Premio_auto_M")

par(mfrow=c(1,2),cex=0.5)
qplot(bd_H$Premio,xi=0,main="Ajustada à Distribuição Exponencial",col="magenta")
qplot(bd_M$Premio,xi=0.193,main="Ajustada à Distribuição Pareto",col="magenta")
export("QQPlot_Mulheres")

#####
#      Modelação dos dados à Exponencial, à Pareto e à Generalizada de Pareto
#      (Manualmente)
#####
#Modelação dos dados à Exponencial (manualmente)
#aa<-sort(dados$Premio)
#aa<-sort(bd_H$Premio)
#aa<-sort(bd_M$Premio)
bb<--log(1-(1:length(aa))/(length(aa)+1))
as.numeric(sprintf("%.2f",cor(aa,bb)^2*100)) #Correlação ao Quadrado (%em percentagem)
ks.test(aa,"pexp") #Teste de Ajustamento Kolmogorov-Smirnov
#qqplot(aa,bb,cex=0.4,main="QQPlot: Rendimento Ajustada (Manual) à Exponencial")

#Modelação dos dados à Pareto (manualmente)

```

```

#aa<-sort(log(dados$Premio)/n)
#aa<-sort(log(bd_H$Premio)/n)
aa<-sort(log(bd_M$Premio)/n)
bb<--log(1-(1:length(aa))/(length(aa)+1))
as.numeric(sprintf("%.2f",cor(aa,bb)^2*100))
ks.test(aa,"pexp")
#qqplot(aa,bb,cex=0.4,main="QQPlot: Rendimento Ajustada (Manual) à Pareto")

#Modelação dos dados à Generalizada de Pareto (manualmente)
#x<-0.217 #parametro de forma: Total
#x<-0.223 #parametro de forma: Homens
x<-0.193 #parametro de forma: Mulheres
#aa<-sort(dados$Premio)
#aa<-sort(bd_H$Premio)
aa<-sort(bd_M$Premio)
bb<-(1/x)*((1-(1:length(aa))/(length(aa)+1))^(1-x) - 1)
as.numeric(sprintf("%.2f",cor(aa,bb)^2*100))
ks.test(aa,"pexp")
#qqplot(aa,bb,cex=0.4,main="QQPlot: Rendimento Ajustada (Manual) à Pareto")

*****
Modelos Lineares Generalizados
*****
Ajuste de modelos Logit, opção: family -> gaussian(link="identity")-
The Gaussian family accepts the links "identity", "log" and
    "inverse";
-> binomial(link="logit") - The Binomial family the links "logit",
"probit", "cauchit"
    (corresponding to logistic, normal and Cauchy CDFs respectively), "log" and "cloglog"
    (complementary log-log);
-> Gamma(link = "inverse") - The Gamma family the links "inverse",
"identity" and "log"; -> poisson(link = "log") - The Poisson family
the links "log", "identity" and "sqrt"; -> inverse.gaussian(link =
"1/mu^2") - The 'inverse.gaussian' family the links '1/mu^2',
    "inverse", "identity" and "log";
-> quasi(link = "identity", variance = "constant") - The 'quasi'
family allows the links
    "logit", "probit", "cloglog", "identity", "inverse", "log", "1/mu^2" and
    "sqrt";
-> quasibinomial(link = "logit") -> quasipoisson(link = "log") ->
The function 'power' can also be used to create a power link
function for the 'quasi' family.
*****
*****
Cria tabelas de comparação de vários Modelos (LM e GLM) e exporta para LATEX
*****
*****
Compara_GLM <-
function(regressors=NULL,bottom.matter,models.names,allmodels){
  if (is.null(regressors)) {
    s <- NULL
    for (i in 1:length(allmodels)) {
      s <- c(s, rownames(allmodels[[i]]$coefficients))}
    regressors <- sort(unique(s))
    regressors <- sub("\\(Intercept\\)", "Intercept", regressors)}
  numbers <- matrix(NA, nrow=(2*length(regressors))+length(bottom.matter),
                    ncol=length(models.names))
  colnames(numbers) <- models.names
  rownames(numbers) <- rep("t", nrow(numbers))
  baserow <- 1
  for (i in 1:length(regressors)) {
    if (regressors[i] == "Intercept") {
      regex <- "^\\(Intercept\\)$"}

```

```

else {
  regex <- paste("^", regressors[i], "$", sep="")
  rownames(numbers)[baserow] <- regressors[i]
  for (j in 1:length(allmodels)) {
    m <- allmodels[[j]]
    if (any(locations <- grep(regex, rownames(coef(m))))) {
      if (length(locations) > 1) {
        cat("Regex ", regex, " has multiple matches at model ", j, "\n")
        return(NULL)}
      numbers[baserow,j] <- as.numeric(sprintf("%.3f", coef(m)[locations,1]))
      numbers[baserow+1,j] <- as.numeric(sprintf("%.3f",
        coef(m)[locations,3]))}

baserow <- baserow + 2}
for (i in 1:length(bottom.matter)) {
  if (bottom.matter[i] == "sigma") {
    for (j in 1:length(allmodels)) {
      m <- allmodels[[j]]
      numbers[baserow,j] <- as.numeric(sprintf("%.3f", m$sigma))
      rownames(numbers)[baserow] <- "Residual std. dev."
      baserow <- baserow + 1}
  if (bottom.matter[i] == "r.squared") {
    for (j in 1:length(allmodels)) {
      m <- allmodels[[j]]
      numbers[baserow,j] <- as.numeric(sprintf("%.3f", m$r.squared))
      rownames(numbers)[baserow] <- "R^2$"
      baserow <- baserow + 1}
  if (bottom.matter[i] == "adj.r.squared") {
    for (j in 1:length(allmodels)) {
      m <- allmodels[[j]]
      numbers[baserow,j] <- as.numeric(sprintf("%.3f", m$adj.r.squared))
      rownames(numbers)[baserow] <- "Adjusted R^2$"
      baserow <- baserow + 1}
  if (bottom.matter[i] == "null.deviance") {
    for (j in 1:length(allmodels)) {
      m <- allmodels[[j]]
      numbers[baserow,j] <- as.numeric(sprintf("%.3f", m>null.deviance))
      rownames(numbers)[baserow] <- "Null Deviance"
      baserow <- baserow + 1}
  if (bottom.matter[i] == "df.null") {
    for (j in 1:length(allmodels)) {
      m <- allmodels[[j]]
      numbers[baserow,j] <- as.numeric(sprintf("%.3f", m$df.null))
      rownames(numbers)[baserow] <- "Degrees of Freedom"
      baserow <- baserow + 1}
  if (bottom.matter[i] == "deviance") {
    for (j in 1:length(allmodels)) {
      m <- allmodels[[j]]
      numbers[baserow,j] <- as.numeric(sprintf("%.3f", m$deviance))
      rownames(numbers)[baserow] <- "Residual Deviance"
      baserow <- baserow + 1}
  if (bottom.matter[i] == "df.residual") {
    for (j in 1:length(allmodels)) {
      m <- allmodels[[j]]
      numbers[baserow,j] <- as.numeric(sprintf("%.3f", m$df.residual))
      rownames(numbers)[baserow] <- "Degrees of Freedom"
      baserow <- baserow + 1}
  if (bottom.matter[i] == "aic") {
    for (j in 1:length(allmodels)) {
      m <- allmodels[[j]]
      numbers[baserow,j] <- as.numeric(sprintf("%.3f", m$aic))
      rownames(numbers)[baserow] <- "AIC"
      baserow <- baserow + 1}

```

```

      if (bottom.matter[i] == "iter") {
        for (j in 1:length(allmodels)) {
          m <- allmodels[[j]]
          numbers[baserow,j] <- as.numeric(sprintf("%.3f", m$iter))
          rownames(numbers)[baserow] <- "Nº Fisher Iterations"
          baserow <- baserow + 1}}
    numbers}

stars <- function(t) {
  # 't' statistic
  #'*' or '**' or '***' based on the 90%, 95% and 99% N(0,1)
  t <- abs(t)
  n <- -1 + as.numeric(cut(t,breaks=c(-0.01,-qnorm(c(0.05, 0.025, 0.005)),Inf)))
  if (n == 0) {
    return("")
  } else {
    return(paste("$~\\mbox{" ,paste(rep(" ", n), sep=" ", collapse=""),"}",
      sep=""))}}

specialised.latex.generation <- function(numbers) {
  cat("\\hline\n")
  for (j in 1:ncol(numbers)) {
    cat(" & ", colnames(numbers)[j])}
  cat("\\\\n\\hline\n")
  for (i in 1:nrow(numbers)) {
    if (rownames(numbers)[i] == "t") {
      for (j in 1:ncol(numbers)) {
        if (is.na(numbers[i,j])) {
          cat(" & ")
        } else{
          cat(" & ", sprintf("(%)s", numbers[i,j],
            stars(numbers[i,j])))}
        cat("\\\\[1mm]\n")
      }
    } else {
      cat(rownames(numbers)[i])
      for (j in 1:ncol(numbers)) {
        if (is.na(numbers[i,j])) {
          cat(" & ")
        } else {
          cat(" & ", numbers[i, j])}
      }
    }
    cat("\\\\n\n")
  }
  cat("\\hline\n")
}

tab1<-Compara_GLM(bottom.matter=c("null.deviance","df.null","deviance","df.residual",
  "aic","iter"), models.names=c("Sexo","Idade"),
  allmodels=list(m1,m2,m3,m4,m5,m6))

tab<-specialised.latex.generation(Compara_GLM(bottom.matter=c("null.deviance","df.null",
  "deviance","df.residual","aic","iter"),models.names=c("Sexo","Idade"),
  allmodels=list(m1,m2,m3,m4,m5,m6)))

*****
GLM (Backward and Forward Method) através do package MASS
*****
require(MASS)

cat("***** Backward Method*****", "\n", "\n", "\n")
stepAIC(modelo)
#ou
step(modelo,scope=list(lower=formula(modelo_nulo),upper=formula(modelo)))

cat("***** Forward Method *****", "\n", "\n", "\n")

```

```

stepAIC(modelo_nulo,scope=list(lower=formula(modelo_nulo),upper=formula(modelo),
                                direction=c("forward")))
#ou
step(modelo_nulo,scope=list(lower=formula(modelo_nulo),upper=formula(modelo)))

#####
#
#          GLM
#####
modelo<-glm(dados$Premio~dados$Idade+dados$Sexo,family=Gamma("log"))
summary(modelo)
  par(mfrow=c(2,2),cex=0.5)
  plot(modelo)
  export("GrafResiduos")
cat("***** ANOVA*****","\n","\n","\n")
  print(anova(glm.modelo,glm.m1))
cat("***** ANOVA (Chisq) *****","\n","\n","\n")
  print(anova(glm.modelo,glm.m1,test="Chisq"))
cat("***** ANOVA (F) *****","\n","\n","\n")
  print(anova.glm(glm.modelo,glm.m1,test="F"))

par(mfrow=c(2,4),cex=0.4)
  plot(glm.m4)
q_fit<-fitted(glm.modelo)

```

9.5 Glossário

Tabela 9.19: Glossário de Abreviaturas.

| | |
|--------------|--|
| ALM | Asset Liability Management |
| APRA | Australian Prudential Regulatory Authority |
| APS | Associação Portuguesa de Seguradores |
| CAE | Comité Européen des Assurances |
| CCIR | Canadian Council of Insurance Regulators |
| CEIOPS | Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors |
| Coc | Metodologia Cost of Capital |
| ECR | Enhanced Capital Requirement |
| FOPI | Federal Office of Private Insurance |
| FSA | Financial Services Authority |
| IAA (ou AAI) | International Actuarial Association / Association Actuarielle Internationale |
| IAIS | International Association of Insurers Supervisors |
| IASB | International Accounting Standards Board |
| ISP | Instituto de Seguros de Portugal - entidade de Supervisão em Portugal |
| MARKT | Documento de trabalho (Working Papers) emitido pela Comunidade Europeia |
| MCR | Minimum Capital Requirement |
| MSD | Margem de Solvência Disponível |
| MSE | Margem de Solvência Exigível |
| MVM | Market Value Margin |
| NAIC | National Association of Insurance Commissioners(EUA) |
| OCDE | Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico |
| OSFI | Office of Superintendent of Financial Institutions Canada |
| RBC | Risk Based Capital |
| ROE | Return on Equity |
| RORAC | Return on Risk Adjusted Capital |
| SCR | Solvency Capital Requirement |
| SST | Swiss Solvency Test |
| TC | Target Capital |
| TVaR | Tail Value at Risk |
| UE | União Europeia |
| VaR | Value at Risk |

Tabela 9.20: Glossário

| | |
|--|---|
| Acordos de Basileia (Basel accords) | Acordos que levaram á revisão dos requisitos de capital no sector bancário - processo semelhante ao Solvência II, no sector bancário. |
| Actos Normativos Comunitários | Trata-se dos actos unilaterais de que as instituições comunitárias dispõem para a execução do seu trabalho no âmbito do Tratado que institui a Comunidade Europeia, no respeito pelo princípio da subsidiariedade. |
| Best Estimate | Melhor estimativa, que representa a média da distribuição de perdas ... |
| Capital económico | Capital mínimo que a empresa em actividade julga necessário para dar continuidade á sua actividade e merecer a confiança dos seus segurados, investidores e supervisores. |
| Capital Objectivo (TC) | É o montante de capital a ser detido tendo em consideração os riscos assumidos pela seguradora, sendo o capital que o supervisor obriga a companhia a deter, como condição necessária á obtenção da licença do exercício da actividade, ou continuar a exercer a actividade seguradora. |
| Cash flow | É um indicador financeiro que mede os fundos gerados por uma empresa ao longo de um determinado exercício. Distingue-se dos lucros pelo facto de incorporar, para além do resultado do exercício, as provisões e amortizações |
| CoC | Metodologia Cost of Capital. |
| Contrato de Seguro | O contrato de seguro é o acordo escrito entre uma entidade (seguradora) que se obriga a, mediante o recebimento de determinada quantia (prémio ou prestação), indemnizar outra entidade (segurado ou terceiro) pelos prejuízos sofridos, no caso de verificação de um risco, ou tratando-se de um acontecimento respeitante à pessoa humana, entregar um montante ou renda (ao segurado ou beneficiário). |
| Continua na próxima página ... | |

| | |
|---|---|
| Directiva | É um Acto Normativo Comunitário (ver definição) que vincula o Estado-membro destinatário quanto ao resultado a alcançar. Necessita de uma transposição para o quadro jurídico nacional e deixa margem de manobra quanto à forma e aos meios a utilizar. |
| Fair value hlineGovernança (Governance) | Valorização consistente com o mercado. Acto, cargo ou forma de governar, de dirigir um país ou uma empresa; administração, gestão; governo. |
| Indemnização | É a obrigação da seguradora de, perante a ocorrência de sinistro, reparar os prejuízos causados até ao montante seguro, ou no caso dos seguros do ramo vida pagar o montante seguro, de uma só vez ou sob a forma de renda. |
| Prémio | O preço do seguro. O prémio poderá ser comercial, bruto ou total. |
| Non Hedgeble | |
| RBC | Método segundo o qual o cálculo do requisito de capital é baseado nos riscos, aos quais a seguradora está sujeita. |
| Risco | É a possibilidade de ocorrência de um acontecimento fortuito, súbito e imprevisível, de verificação incerta e/ou em data incerta contra o qual se pretende celebrar o contrato de seguro para reparar ou compensar os prejuízos que dele possam resultar. O risco é a expectativa de sinistro. Sem risco não pode haver contrato de seguro. |
| ROE | Medida da rentabilidade de um investimento ($ROE = \text{Resultado líquido} / \text{Capital}$). |
| RORAC | É uma medida de risco. |
| RBC | Método segundo o qual o cálculo do requisito de capital é baseado nos riscos, aos quais a seguradora está sujeita. |
| Segurado | É a pessoa ou entidade, singular ou colectiva, no interesse do qual é celebrado o contrato de seguro. |
| Continua na próxima página ... | |

| | |
|----------------------------------|---|
| Seguradora ou Empresa de Seguros | Entidade legalmente autorizada a realizar contratos de seguro. |
| Seguro | Operação pela qual o tomador de seguro, mediante o pagamento de um prémio, obtém a promessa, dentro do enquadramento definido pela lei ou pelo contrato, de uma prestação por parte da seguradora em caso de sinistro. |
| Seguros Obrigatórios | Seguros impostos pela lei, que têm como objectivo social a garantia da protecção das vítimas de determinados riscos. |
| Sinistro | Qualquer acontecimento de carácter fortuito, súbito e imprevisto, susceptível de fazer funcionar as garantias do contrato. A variável sinistro, é aleatória em relação à sua ocorrência, e, naquelas carteiras em que são previstas perdas parciais, é aleatória também em relação ao seu valor, onde temos distribuições com grande concentração em sinistros de pequeno valor e pequena concentração em sinistros de maior valor. |
| Solvência de uma Seguradora | É a capacidade da Seguradora honrar os seus compromissos futuros. De forma mais objectiva, uma Seguradora será considerada solvente se o fluxo de receitas futuras adicionado à sua Margem de Solvência, ultrapassar o fluxo de pagamentos futuros. Subscrição Acto pelo qual a seguradora assume a garantia de um risco. |
| Terceiro | É aquele que, em consequência de um sinistro causado por um segurado, e coberto pelo contrato de seguro, sofra prejuízos susceptíveis de serem reparados ou indemnizados por força da lei ou do contrato de seguro. Não é um interveniente no contrato de seguro. |
| Tomador do Seguro | A pessoa ou entidade que contrata com a seguradora, sendo responsável pelo pagamento dos prémios. Normalmente é a mesma pessoa que o "Segurado". |
| TVaR | É uma medida de risco. |
| VaR | É uma medida de risco. |